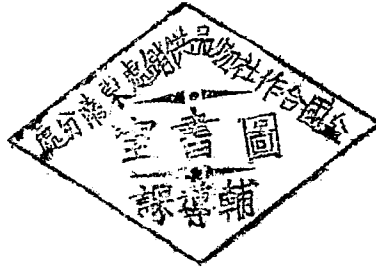


C B A 論 學 科

著 森 剛 仁



版 出 局 書 界 世

八 二 九 一

善新 0589

廣東機械政務委員會
合作科工作指導委員會

書位號數 -----

登記號碼 -----

ABC叢書發刊旨趣

徐蔚南

西文ABC一語的解釋，就是各種學術的階梯和綱領。西洋一種學術都有一種ABC；例如相對論便有英國當代大哲學家羅素出來編輯一本相對論ABC；進化論便有進化論ABC；心理學便有心理學ABC。我們現在發刊這部ABC叢書有兩種目的：

第一 正如西洋ABC書籍一樣，就是我們要把各種學術通俗起來，普遍起來，使人人都有獲得各種學術的機會，使人人都能找到各種學術的門徑。我們要把各種學術從智識階級的掌握中解放出來，散遍給全體民衆。ABC叢書是通俗的大學教育，是新智識的泉源。

第二 我們要使中學生大學生得到一部有系統的優良的教科書

或參考書。我們知道近年來青年們對於一切學術都想去下一番工夫，可是沒有適宜的書籍來啓發他們的興趣，以致他們求智的勇氣都消失了。這部ABC叢書，每冊都寫得非常淺顯而且有味，青年們看時，絕不會感到一點疲倦，所以不特可以啓發他們的智識慾，並且可以使他們於極經濟的時間內收到很大的效果。ABC叢書是講堂裏實用的教本，是學生必辦的參考書。

我們爲要達到上述的兩重目的，特約海內當代聞名的科學家、文學家、藝術家以及力學的專門研究者來編這部叢書。

現在這部ABC叢書一本一本的出版了，我們就把發刊這部叢書的旨趣寫出來，海內明達之士幸進而教之！

書一六一

一九二八，六，二九。

達之十

序

科學自脫離哲學的範圍而自立門戶，到現在不過三百年。在這時期，歐美的多少科學家努力研究，把科學的領域，無限底擴充。近五十年來尤有驚奇的發見，和技巧的發明，產生了二十世紀的物質文明。近年來歐美諸國和後進的日本，挾了科學的兩大產物，軍器和機械，用武力經濟兩大政策，壓迫科學落後的中國，在我國現代史上，增加了不少傷心材料。近年來我國有識之士，也知非積極提倡科學，不足以挽救頹亡。先總理有言：『我們現在要學歐洲，是要學中國沒有的東西。中國沒有的東西是科學，不是政治哲學。』現在革命成功，訓政開始，本總理遺志，

作科學的提倡。我國的前途，纔有轉機的希望。

現在我國研究各種科學的人士漸多，但是對於科學的本身研究和討論的尙少。本書的目的是介紹科學的普遍認識。不過科學論的範圍很廣，各家的目的不同，討論的範圍亦互異。在這冊小書裏要詳悉無遺底寫出，是不可能的。所以只能把科學的真義、分類、方法等約略敘述。本書內科學的方法一章頗嫌簡略，讀者可參考本局出版之科學方法論一書。該書爲新國民叢書中一冊，吾友胡寄南先生所著，頗詳細明顯。去歲本約著者合作，後以事作罷，特於此向寄南道歉，末章介紹近世幾種關於時間、空間、物質、能力的新學說。因其影響於科學界甚大，所以略敘其原理和發展，藉以引起學者的興趣。至於著者對於各種

科學，不能完全涉獵，所舉各例，不免犯偏而不全之病。
還是著者引以爲憾的！

十七年九月 著者於江灣

MG
9301
6

目次

第一章 緒論.....	一
一 科學是什麼.....	一
二 科學的起源.....	一二
三 智識進化的三階級.....	一八
四 三大文化的衝突.....	三〇
第二章 科學的知識和真理.....	四〇
一 幾個哲學上問題.....	四〇
二 十七十八世紀的哲學思想.....	四二
三 近代科學家的學說.....	五一
四 知識的類別.....	五八
第三章 科學的分類.....	六三



3 2173 6989 5

一	總論	六三
二	希臘時代的分類	六七
三	十六世紀以後的分類	六九
四	十九世紀的分類	七三
五	二十世紀的分類	八一
第四章	科學的方法	八五
一	總論	八五
二	演釋法	八七
三	歸納法	九〇
四	或然的計算	九四
五	觀察和實驗	九七
六	定律和假說	九九
第五章	近代科學概觀	一〇一

一	宇宙一大電影場也.....	一〇一
二	連續性和不連續性.....	一〇三
三	電子論.....	一〇四
四	量子論.....	一一一
五	相對論.....	一一五

科學論ABC

北大理學士 王 剛 森

科學論 A B C

第一章 緒論

一 科學是什麼

歐洲自經文藝復興時期以後，科學的文明漸漸地發展和進步，到近年來科學上的發見和發明，其奇異功績，更遠駕前世紀而上之，相對論，電子論，量子論等的學說，都由假設而臻成立。吾人以前認為不可解的時間、空間、和物質的本質，都有相當的解釋。這種科學家心血的結晶，真可代表人類的智慧。在這科學昌明時代，從事於科學研究的學者，車載斗量，不可勝數。不過提出科學是什麼的問題，不但是

沒有學過科學的不能回答；就是學過相對論的物理學家，學過孟台爾定律 (Mendel's Law) (註一)的生物學家，學過內分泌學 (註二)的生理學家，也許是沒有滿意的解釋。理由是因爲科學的種類太多，決沒有人能全部了解，來作一明晰正確的斷語；關於這類的根本問題，又多由「玄之又玄」的哲學家來解答，有的因學說派別不同，所下的定義炯異；有的詞句的文學太模糊，不能得其真義之所在，現在只能將幾位科學的哲學家的意見，約述於下：

要問「科學是什麼」，須先解釋「科學」(Science)二字的意義。拉丁文科學 *Scientia* 一字，是從動詞 *Scire* 一字引申出來的。本意是學習 (to learn) 和知曉 (to know) 的意思。所以「科學」的原意就是「求知」。這和「哲學」的希臘原文 *φιλοσοφία*

「愛智」的意義一樣的簡略含糊；並且這兩個意義，也有些相類。本來在古代希臘科學的思想方在萌芽時代，對於宇宙間一切的事物，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 (Plato 427—347 B.C.) 把幾何學當作哲學的一種；亞理士多德 (Aristoteles 384—322 B.C.) 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。所以那時候的哲學家對於科學的見解，也不必去討論了。

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

，偏重於演釋法，不事實驗，專作紙上談兵的舉動。在中世紀黑暗時代 (Dark Age)，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 (Scholastic) 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，受了這兩重思想的束縛，所以很少進步。到了十六世紀中葉，科學界出了兩大偉人：意大利人 哥倫布 (Galileo 1564—1642) 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。(註三) 同時英哲學家 弗蘭西斯培根 (Francis Bacon 1561—1626) 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，致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。』培根本人對於科學上雖然沒有什麼發見，但是他是主張用經驗和歸納法來研究科學的第一人。現代科學底發達，不能不歸功於他提創的功勞呢。（註五）

弗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 (*Novum Organum Scientiarum*) 在一六二〇年發表後，多少的科學家受了暗示和影響。所以各種的科學，都有重要的發見，離開玄想而趨於真實

。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。起先只憑各人主觀的見解，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（

Wilhelm Max. Wundt 1832—1920）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的範圍內了。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，大部份都是關於討論物質的問題。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（Sir

Issac Newton 1642—1721）的原理（Principia）和法天文學家拉普拉斯

（De Laplace 1749—1829）的天體力學（Mécanique Céleste）和宇宙系統論

(*Systeme de Monde*) 等幾本書。到十八世紀渥爾夫 (Christain Von Wolf 1679—1754) 發表他的意見說：『凡有系統而求其真實的教訓，我都算作科學。』從他的意見發表後，許多的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 (Karl Pearson) 說：『科學的方法如能熟習，則萬事都成科學，這是科學的方法之特點。科學的範圍無限，研究的材料亦無窮，凡自然界的現象，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。

科學方法簡單說起來，只有二種：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、概括等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」(Technic or Technologio Method)。但是科學中有一大部份的問題，是超越吾人的觀察試驗的範圍以外。如宇宙的廣袤，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 (data) 應用邏輯的演繹法、歸納法、因果律等來求得完善的結論。這種方法叫作「邏輯的方法」(Logical Method)。本來邏輯的一個定義是：「科學的科學」(The Science of Sciences)。(見 Jevons and Wang: Elements of Logic P. 6.) 在中古經院派所討論的邏輯，完全注重形式。稱爲「形

式邏輯」(Formal Logic)。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(John Stuart Mill 1806—1873)實行邏輯革命，法哲學家孔德(Auguste Comte 1798—1857)提創實證主義後，科學方法完全改變。採用所謂「實質邏輯」。(Material Logic) 這樣邏輯成爲研究科學的工具而不受其範圍。從此學者的思想了解放，科學上的新發明和發見，日益增加，無有止境，造成了二十世紀的科學文明。同時英哲學家哈密爾敦(Sir William Hamilton 1805—1865)，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，屬於精密的探索。」

關於科學的定義，各家的說法很多，限於篇幅，不能枚舉。在大英百科全書 (Encyclopaedia Britannica) 科學項下，有一個很簡單的定義：「研究自然界現象底有系統的智識，和其相互的關係，就是科學。」作一結束。

註一 孟特爾 (Gregor Johann Mendel 1822—1884) 奧國天主

教士。一八六五年發表關於生物遺傳的重要定律，名曰孟特爾定律。如用黑白二種鷄配合，則第一傳雜生子帶灰色，此灰色二雜種鷄再自配合，則第三傳中四分之一為純黑種，四分之一為純白種，四分之一為灰色之黑白雜種。

註二 內分泌西名「霍而孟」 (Hormone)，存於人體或動物的一種腺內，為軀幹生活和發長主要的原素。生殖的機能和雌雄性的特徵，都由體內的霍爾孟的刺激而起。

是近世生理學上的一大發見。

註三 噶萊理 (Galileo Galileo) 意國批薩城 (Pisa) 人。奉羅馬教。少年時在教堂裏看見懸燈搖蕩，因悟鐘擺等時性之理，年二十六歲時發見物體下墜定律。以前的學者都信奉二千多年前亞理士多德的學說：謂物體下墜時的速率隨其重輕而有大小。噶氏否認之。謂物體下墜時的速率，是有一定的，和其重輕無關。某日在批薩斜塔上作實地試驗，證明他的學說。但是那時候的人奉先哲的學說甚虔，都攻擊和非議他。後來因發見許多天體現象，致遭教主之嫉，視為異端，他受了種種的拮制和虐待，終至禁錮老死，時年七十有八。後世科學的發達，實從噶氏的研究和發見起始。

註四 弗蘭西斯培根後世固認為近世科學發達的首創功臣，但是在十三世紀時英國已經有一位科學哲學家樂傑培根（Roger Bacon 1214—1294?）提創「實驗主義」（Experimentalism）。謂求學問的方法，最重實驗，所得經驗由實驗的結果，便可用推理法得到結論，再用經驗來證實；這樣所得的結論，纔可算作正確。所以弗蘭西斯培根的學說，還是根據他的主義。近世科學的發達，他也有一部分勞績呢。下面所說的培根，是指弗蘭西斯培根而言。

二 科學的起源

近代的科學可算是培根於一六二〇年發表他的科學的新工具起點。同時噶萊理的力學開近世物理力學的新紀元。不過要問人類科學智識的起源，不得不遠溯上古文化初開時的

古國了。世界文化發源地在西方爲埃及 (Egypt) ，和巴比倫 (Babylonia) ；在東方爲我國及印度。不過科學的起源，要推西方的兩古國了，埃及位在尼羅河 (Nile) 下流，土地肥沃，但每年定期泛濫一次。人民既居於斯，食於斯，對於切身利益的問題，自不得不預先設法預防。所以測時的方法，在紀元前三千多年已經都知道了。起先算定三百六十日爲一年，一年分十二月，這可算天文曆法的起源。後來因爲積久有誤，每年又加五日。當水退後，人民對於河邊的田地，又須重測一次。所以在那時幾何學一科也很發達。(幾何學的希臘原文，本做量地解。)

在巴比倫境內，有幼發拉底河 (Euphrates) 和帝格理斯河 (Tigris) 兩大河流灌溉着。但是泛濫的情形正和尼羅河相類

。所以在紀元前三千八百年以前，巴比倫人民，也懂得曆法的計算了。他們用我國銅鼓滴漏相似的方法，來一定一日和一年的時間。他們的數目比埃及人的曆法更精確。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，為發生科學的底原因。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，如黃帝和蚩尤戰於涿鹿之野，大霧迷途，黃帝造指南車以辯方向。（註一）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；至於神農，人民衆多，禽獸不足，於是神農因天之時，分地之利；制耒耜，教民農作；神而化之，使民宜之，故謂神農也。」西諺有句話：「需要為發明之母」這是很確切的。

實際的需要，固然是科學知識起源的一個原因。但是為什麼在現在非洲中部和太平洋幾個小島內還有許多未開化食人民族的存在？他們還繼續「臥之詿詿，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區別下。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，也就發軔於斯了。

事物的需要，能假設法滿足，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。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，還不過天文和數學裏一些應用問題，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，好奇心特別發展，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，固遠非埃及和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 (Euclid 330—275 B. C.) 的名著

幾何原理 (Elements) 裏面蜕化出來呢。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。從這點觀察，科學的起源和發達，好奇心更比實際需要為重要了。

註一 見御批歷代通鑑輯覽：『蚩尤好兵喜亂，作刀戟大弩，以暴虐天下。并諸侯，攻炎帝榆罔，遷居涿鹿。帝乃徵師諸侯，與蚩尤戰於涿鹿之野。蚩尤作大霧，軍士昏迷。帝為指南車以示四方。』陳殷曰：車上用子午盤針以定四方，是為指南。遂擒蚩尤而殺之。按我國古代記三皇五帝的事實，多不可靠。本書所舉的例子，只可當作一種參攷。

三 智識進化的三階級

人類思想的進化，也是漸漸底改變，正和生物進化一般，有踪跡可尋的。孔德分做三個時期：開化的民族在太古時代鑒於宇宙間事物的衆多，現象的繁複；自己的智識不充足，理解和思攷力又不很強；現在看作極普通的事實：如日月運行，風吹雷鳴，生物滋生，疾病瘟疫等，自然的現象，和生死禍福天壽苦樂的情狀，也覺得玄奇奧妙，沒有方法可以解釋，於是假定冥冥中有一位萬能的主宰，有支配着宇宙人類的無上權力。這樣說法，一切的難解問題，似乎都可以解答了。這個思想深印於一般民族的腦內，構成信仰的宗教，像基督教所崇拜惟一的上帝是。野蠻民族還沒有這種集中對象的能力；覺得一切的事物都有神靈主宰，像水火山川，草木蛇虫都視爲神物。這類的拜物教，還存在現在的野蠻民族

裏，就是我國大多數人民，還有拜物的舉動。（註一）嚴格說這一類的崇拜，不能稱為宗教，只好叫做迷信，孔德稱這時期為「神學時代」(Theological Stage)。

宗教的思想，可以深得一般人民的信仰；可是在開化民族裏總有幾個思想超越「先知先覺」的人們，覺得人處天地之間，一切人生的問題，宇宙的現象，多少都和吾人的經驗有直接和間接的關係。最簡單的例：如雷鳴電閃，迷信的人總視為天威，凜凜然有戒心。但是如用『一葉兩豆，塞蔽聰明。』我們又怎樣知道自然界有這兩種現象。有了這樣觀念的動機，漸漸底把支配一切的萬能主宰，移到自己身上。因為人類所認識的世界，（可稱為經驗的世界），全靠吾人司感覺的五官，而各人的感覺，又正相同；所以要解決人生和

宇宙問題，只要靠吾人思致推想就穀了，這樣支配一切的中心，就變成了「心」(Mind)，用心來解決不可解的問題，比較要自由得多，所以在初開化民族的後半期，就有多少的學者努力想出許多的學說，來解決一切人生宇宙的問題了。孔德稱這時期爲「玄學時代」(Metaphysical Stage)。在中國和希臘的古代，可以尋出無數的例子。如老子論物質的起源說：「一」生「二」，「二」生「三」，「三」生「萬物」。這明明說萬物的來源，只從一個單體所組成的。這個說數却和近代的「電子論」暗合。又周易正義八篇內有云：「……有「太易」，有「太初」，有「太始」，有「太素」；「太易」者未見「氣」者也；「太初」者，「氣」之始也；「太始」者，「形」之始也；「太素」者，「質」之始也……。」這

是說質出於能力。這不是和現在「放射論」和「相對論」所說的物質能力出於一源相符合嗎？這雖不免有牽強附會之病，但亦可見我國先哲學說的一般。我國古代解釋時間、空間、物質的現象，多用「五行」來說，「五行」的意義在書、洪範正義內說：「『水』最微爲一，『火』漸著爲二，『木』形實爲三，『金』體固爲四，『土』質大爲五。」這真和紀元前四百多年希臘的哲學家恩斐杜克來 (Empedocles) 所說物質的原質是「地」、「水」、「空氣」、「火」四種，代表固體、液體、氣體、火焰、有相似的意義，這類玄妙的哲學，在我國古代，確是很發達的。

用玄學來解決一切問題，比用宗教要進化多了。可是玄學以「心」爲主，意斷事物，完全用主觀的意旨，不問客觀

的現象是怎樣。流弊是各人據自己的理想，發為種種不同的學說，同樣的問題各人有各種的說法，都言之成理，我們也無從判別誰的學說是真確，而且宇宙間的現象，大多數專靠理想來解釋，無論如何是不會解決的，譬如水是氫氧兩種氣體所化合的。以前的玄學家都認水為單體。因為這個事實，專崇理想，不用試驗，是決不會成功的，從弗蘭西斯培根創實驗主義後，把支配萬物的「心」移到「物」的本身上去。對於事物的研究，不用主觀的意旨而注意於客觀的實驗。這樣各種現象的因果，都漸漸尋出；而且各人用各種方法，都可得到同一的結果，其真確性是不容或疑的。孔德稱這時期為「科學時代」。(Scientific Stage) 這個時代又比玄學時代的智識進化得多。因為科學的結論，都是根據於事實的，而且

又是事物的必然的結果；不像玄學的說法這般底空虛漂渺。根據科學的原理，並可從已知的事情，預測未來的事情。所以科學可算人類文化的進極。

這三種階級，可以代表人類文化的程度。這種例子很多。最通俗而明顯的。如疾病的緣因，在野蠻的民族裏一定說是上蒼的懲罰，或鬼物的作怪。（註一）在所謂文化古國的中國人，比較要高明得多了，不過他所解釋的理由總脫不了陰陽、氣血、（中醫所謂的氣血，當然是不合科學的）五行相尅的一類話。到近代文明的國家，研究醫學的人，已經用生理學、解剖學、病理學、細菌學等把大多數的病原，完全探求出來。再如舉一個高深艱奧的問題，如用天地開闢論（註二）的假說來講：在舊約聖經第一頁創世紀裏上帝在六天

的時間，已經把天地、日夜、水土、日月星辰、生物、人類完全造成。在中國渾沌世代有盤古氏出來開天闢地；工共氏怒觸不周山，天傾西北，地陷東南，女媧氏鍊石補天這一類的神話。（註三）這個問題，到了十八十九世紀交替的期間，方有德國哲學家康德（Kant 1724—1804）和法國天文學家拉普拉斯（De Laplace）創「星雲說」（Nebular Hypothesis）來解釋太陽系成立的原因，假定宇宙間有一團高度熾熱的球形氣體，繞着中心旋轉。旋轉時因為外部的離心力較大，脫離而成環形，亦繞環心而旋轉。環的各點之厚薄闊狹總不會相同。所以在薄狹處的互相吸力較弱，漸漸底拉長斷却；此時吸力不均，所以兩端漸向中點集合成為另一較小的球形，這就是行星成立的原因。行星一方面繞着中心氣團旋轉，一方面自轉，

又演出同樣的情狀，產生衛星。（卽月）中央的氣團放出幾個行星後，體積漸漸收縮減小，就成太陽，這個學說新穎淺顯可喜，所以很得一般學者底信仰，不過康德是一個哲學家，完全用個人的理想來臆測；拉普拉斯固然是個數學和天文學家，但是那時物理學裏的最重要原理如能力不滅，熱的工作當量，沒有發見，所得的結論都和現在的推算不符，並且天王海王星的衛星，其公轉和行星的公轉相反；其軌道平面又和行星的軌道平面差不多成直角；這點又和星雲說根本衝突。所以星雲說是否可靠，百年來成一問題。（註四）一直到二十世紀早年，經美人張伯倫（T. C. Chamberlin）和摩爾登（F. R. Moulton）的研究，創「星子說」（Planetsimal Hypothesis）來代替：他們假定宇宙間本有無數的固體質點，因吸力的作用圍

聚攏，成爲「螺旋星雲」。因爲受分來的巨星經過近旁時，受了吸力的影響，一部分的星子被吸力引出而脫離，巨星去遠後，這一部分星子仍繞原來的星雲旋轉；經過悠久的時間，星子漸漸凝集而成行星。這個學說完全根據力學的定理和天文地質的事實；而星雲說裏費解的問題，也都有相當的解釋。雖然這學說創生不久，研究改善的地方很多，但是已漸臻穩固。所以星雲說還脫不了科學化的哲學，星子說可以算作一種純粹科學了。（註五）

註一 中國人甚至受過教育的士大夫，還有迷信某種疾病是由於五通、冤鬼、狐精作怪。生病時儘有不請醫生而燒香問卜着禳的。西洋耶教的教士往往有在上帝前祈禱來治病的。

註二 「天地開闢論」又名「宇宙進化論」英名屬於哲學宇宙論範圍的叫作 *Cosmology*；屬於天文學範圍的叫作 *Cosmogony*。天文學方面所研究的大多是太陽系的成因。

註三 見五運歷年記：「元氣濛濛，萌芽茲始，肇立乾坤，啓陰感陽，乃孕中和，是爲人也。着生盤古，垂死化身。氣成風雲，聲爲雷霆；左眼爲日，右眼爲月；四肢五體爲四極五嶽，血液爲江河，筋脈爲地理，肌肉爲田土，髮髭爲星辰，皮毛爲草木，齒骨爲金石，精髓爲珠玉，汗流爲雨澤；身之諸虫，因風所感，化爲黎甦。」

又見列子湯問：「昔者女媧氏鍊五色石以補其闕，斷鼇之足，以立四極。其後共工氏與顓頊爭帝，怒而觸不周之山，折天柱，絕地涯，故天傾西北，日月星辰就

焉；地不滿東南，故百川水潦歸焉。」

註四 拉普拉斯星雲說現在已經完全推翻。有許多地理書仍用他的假說來解釋天文地理內的太陽和地球的成因，似乎不妥。王星拱先生的科學方法第七十四頁裏說布拉托 (Plateau) 用油滴旋轉的試驗的結果，和星雲說的現象符合就是太陽系進化的證明，也覺不甚適當。因為星雲說根本不合運動量不滅的定律。所以決不會成立。詳見 Moulton :

Introduction to Astronomy. P. 417.

註五 星子說又名「螺旋星雲說」(Spiral Nebular Hypothesis)，是一千九百年，地質學家張伯倫和天文學家摩爾登根據地質學和天體力學的原理共同創造的。說法比較星雲說要圓滿得多。不過用原理來研究，比較要困難枯燥，不

容易通俗了解。現在還在草創時代，將來一定有許多新學說貢獻呢。

四 三大文化的衝突

上文說過科學爲人類智識進化的進極，並且已經用事實來說明。我們試詳攷人類的文化史，知道宗教和哲學的思想發生最早，而真正科學的發生遲至十六世紀。這固然由於科學的真理，比較要確切艱深，處處要有根據和證明；不像宗教的武斷和哲學的空想那般底渺茫。但是大部分的原因，由於科學在中世紀一方面受宗教惡勢力的摧殘，他方面又受玄學思想的箝制。科學家處於這兩重帝國主義的束縛以下，努力奮鬥，確是一件不容易的事。在這努力解放的時期，演了不少傷心的慘劇。古代哲學的思想，頗能迎合宗教上的說法

，所以很能融合了解。而科學和宗教及玄學兩大惡魔的宣戰，在歷史上尤其在中古的黑暗時代，可以找到許多的例子。現在分開敘述於下：

科學的思想，在古希臘時代，不是很發達嗎？但是到了羅馬時代，對於科學上已少有建樹了。自耶穌降世後二百多年君士坦丁大帝（Constantine 272—337）確定基督教為國教後，基督教的勢力，日益澎漲，冥冥中的上帝，認為有無上的權力。自然界中上至於日月星辰，下至於鳥獸草木，無一非上帝特為人類而創造的，所以人類在宇宙間佔了中心的位置，聖經上所說的話，都奉為金科玉律，不敢否認。偶有信奉真理，主張稍有出於聖書外的，一律視為異端，用嚴酷的刑律來取締。十三世紀時英哲學家樂傑培根（見第一節註四）因主

張實驗，探求真理，反對宗教迷信，致觸羅馬教徒之怒，將他終囚在牢內，有十五年之久。十六世紀末年卜魯諾(Giordano Bruno 1548—1600)因主張地球自動說，致於一六〇〇年二月十六日被判火刑焚死。同時噶萊理亦受終身禁錮之刑，並被逼焚棄著稿，自承悔悟。此為宗教和科學正式開戰的一幕。但是真理永在，權威有時而窮。結果專制教會之勢力，漸歸消滅，而科學的光芒，一發而不可抑制。不過在這二十世紀科學昌明時代，宗教思想的遺毒，還保留在一部分人的心中。像前幾年美國某州的教師，講進化論，說人類是由猴子變的，却遭市長的反對並受法律上的制裁，一時引起世界人士的注意和公憤，可見宗教的惡勢力，處處還是科學發達的阻礙呢。所以我們要提創科學，這腐化的宗教迷信，非根本剷除

不可。

玄學注重思想，科學注重實驗，於事物的認識，玄學家不過運用個人的天才，用主觀的見解來解釋，各人的意見不同，所得結果互異。但是宇宙的真理，確切不易，決不能憑個人的好惡，有所變更，科學家的精神，端在用客觀的方法和實驗的證明，探求宇宙間的真理，所得的結果，是絕對的真理確不容疑義的。我們如果請科學家拿出證據來，他們是不慌不忙在每一定理中給我們一個或許多的例子。如果向玄學家討證據，他們一定要心慌意亂，瞠目莫知所對，所以科學的發達，可算玄學家的致命傷。不過在中世紀以前，科學完全處於被壓迫地位。古代的哲學家，如亞理士多德等的學說，深入人心，視為聖言，不敢否認。這種成見，很有礙於

科學的發展。像噴萊理發見墜物定律，因其根本和亞氏的重物比輕物下墜的速率為大的定律不符。雖然噴氏在披薩斜塔上用實物證明，但是時人總以為背先哲學說。視為妖異。又亞氏論水在真空管中，可以上升無限，擅定天然怕真空（*vacuum abhors vacuum*）的假設。物理學者多奉之為圭臬，直到十七世紀意大利托利塞利（*torricelli 1608—1647*）知道真空管內水的上升由於水面受大氣的壓力。真空管內水銀柱的升高不過七十六釐左右，約當水柱三十二呎高，過此則不能再升，在紀元前五世紀時希臘披他哥拉士（*Pythagoras 580—500 B. C.*）派學者的新宇宙觀已經說天體除恆星外，如地、月、日和五大行星都繞火圍運行。這點論地動及地非中心之說，和現在的天文學很符合，不過後來亞氏謂地為不動之中心，月、日、星都繞之

而行。這樣披氏的地動說便沒有人敢信奉，一千多年來，天文學家都奉亞氏的學說。就是在紀元二世紀時，像埃及的大天文學家托勒密 (Ptolemy) 仍從亞氏之學說，創地中心說，直到十六世紀哥白尼 (Copernicus 1473—1543) 方才另創日中心說來代替，成立近世天文學的基礎，由是可見玄學遺毒的根深蒂固，科學界創業困難了。

玄學科學的爭戰，在各國文化史裏處處可以找到。民國十二年夏季張君勱和丁在君爲了科學和人生觀的問題，引起了思想界的大戰，一時加入戰圍的有許多我國當代的名人，這可說玄學和科學在我國第一次衝突，這次辯論的結果，雖然是我國學術界近來的好現象，但是細攷他們辯論的內容，對於玄學科學的根本問題，都不能詳細討論，不過根據各人

主觀的意見，攻擊對方的弱點。結果離了討論的中心問題，成了一場混戰。反對在君的主張的一方又加入許多不懂科學的人，積極攻擊科學的流弊。像我國思想界的先進梁任公，居然大胆底詆謗科學，把這次歐戰的責任，輕輕加在科學家的身上。又認為現代社會上的擾亂，我國軍閥之專橫，一起算作科學的流毒，加上了科學破產的罪名。（註一）在科學方在萌芽的中國，積極提倡和急進還怕來不及，又怎樣經得起這般摧殘，本來像不會深究相對論的杜里舒，根本就不配批評相對論。（註二）何況像梁任公本身，對於極淺近的科學常識都不能了解，（註三）怎能公然的攻擊科學！這類盲目的批評，我們為擁護科學真理起見，不能不竭力反對他。在他方面丁在君說「在知識界內科學方法萬能。」這句話正

和羅素說過將來的哲學，一定要被科學消滅一樣的過分。不過我個人的意見是將來科學的領域繼續擴大，把玄學的許多問題，都漸漸的侵佔。作了他的附庸，只剩下來一點宇宙的許多，像時間空間的存在，生命的來源等的一類問題，讓玄學家來解釋，這是事實問題，也有不少例子。玄學家雖然要竭力挽救，但是怎樣能成功！

註一 見梁任公著歐遊心影錄。（梁任公近著第一輯第十九頁）

註二 杜里舒著張君勳譯的愛因斯坦氏相對論及其批評，其中可譽議之點甚多，最大的誤謬是說日蝕之測驗，不足以證實相對論學說的成立。（原書第三十九頁說：『故光折之所以然之故，惟有研究別種方法以解釋之，而愛

氏之學說，不足據也』）按愛氏於一九一五年發表相對通論提綱（Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie），一文預測光受物質的吸引現象，那時因歐戰未結束，在俄國有全日蝕，不能去觀測，後來於一九一九年五月在南非南美都可見全日蝕，英星家學會派二隊去觀測，結果和愛氏預測的結果相符合。是愛氏的學說發表在前，故其學說之正確性，其或然數甚高。至謂係偶然的符合，則決無若是之巧。

一八五四年法人拉範里（Le Verrier 1811—1877）和英人亞當士（Adams 1819—1892）同時獨立用高次微分方程式來推算不知的新星，而發見海王星，已足使世人驚駭，嘆爲人類智慧的超越。愛氏的智慧，更可駕二氏而上之。杜氏似乎對於相對論沒有深刻的研究，所以有這類武斷的批評。試問光的

屈折問題，如不用相對論來解釋，杜氏尙有何種「別種方法」可以解釋。科學的定律固然不一定是金科玉律，完全不變的。不過在沒有發見別種現象和這定律有衝突和不能用這定律來解釋，有另立他種定律來代替的必要外，不能驟然否認這定律的不成立。當觀測日蝕以前，有人問愛氏如不合預測的結果怎樣？愛氏回答說：「不能不合，如不合則我惟有駭怪。」可見其自信之深。況相對論尙有水星軌道移動和景線的偏移現象來證明。在今日相對論似乎沒有否認的餘地，又杜氏其他的批評，多有可議之處，君勵的批評杜氏，甚有見解。（參考原書第六頁序三）

註三 梁任公著常識文範卷二第三頁內有云：「譬諸鹽有鹹性，積鹽如陵，其鹹愈釀，然剖分如陵之鹽，爲若

干石，石爲若干斗，斗爲若干升，升爲若干顆，顆爲若干阿屯，無一不鹹，然大鹹乃成。」句內「阿屯」大約是原子 (Atom) 的譯音，似乎任公把原子認爲分子。(Molecule) 鹽的分子是由於鈉氣二原子構成的。要說鈉和氣的原子都有鹹味，豈不可笑！

第二章 科學的知識和真理

一 幾個哲學上的問題

科學的成立，可算是人類智慧的結晶。人類運用卓異的知識，用系統的研究，來解釋宇宙間的現象，和利用天然勢力，謀人類的幸福。培根說得好，「知識即權力。」意思說：我們只要憑靠知識，就可以控制自然而爲我們所利用。但

是知識的本身，從何得來呢？還是由於先天或後天呢？這個問題，哲學家聚訟多年，沒有共同的解答。關於科學所研究對象的物質問題，有的主張絕對的存在叫作「唯物論」(Materialism)，有的主張是心的幻象，叫作「唯心論」(Idealism)，有的主張是各種現象的集合，叫作「現象論」(Phenomenalism)，各人的主張也不一致，科學裏所得的定理、定律、學說，有的人認為是絕對的真理顛覆不破的，創「獨斷論」(Dogmatism)，有的人鑒於科學上的原理，時時打破更換，像以太物理學，現在已經廢除，而牛頓的力學，又為愛因斯坦的相對論所替，於是認為宇宙間沒有絕對的真理，創「懷疑論」(Hyleptism)。凡此種種問題，都是歷年來哲學家討論的重要問題。現在把幾位重要的哲學家的意見，簡略敘述於下

二十七十八世紀的哲學思想

甲 經驗派 (Empiricism)

這派的學說，發生於英國，主張人類對於認識宇宙的知識，完全得諸於後天的經驗，弗蘭西斯培根的主張，不過只論到知識當原於經驗。至於經驗的本身是怎樣，是怎樣得來的，却沒有提及。後來有洛克柏克萊休謨等，更進而討論經驗的本身問題。雖然他們的主張各有不同，但是他們的系統，都出於這一派的。

洛克 (Locke 1632—1704) 是經驗派的健將。他極端反對先天觀念 (Innate ideas)，他主張沒有一種觀念，是得諸先天的。所以像孟子性善荀子性惡的說數，都不能成立。嬰孩初生，一無

所知，因和外界接觸，積種種的經驗，方生豐富的知識。吾人的知識既從經驗得來，所以赤子之心，正和白紙一般，一絲不染。後來受外界的印象，就生各種觀念，這許多單純的觀念，經過吾人的思考反省，辨別他們的關係，就成複雜的觀念。吾人對於實物的認識，不過是物質的許多代表觀念，至於其本體是怎樣，我們不能知道的。但是物質本體 (Reality) 的存在，我人須承認之，因為如果本體不存在，則我們的觀念失所依附，就不能成立。這就是洛氏知識論 (Epistemology) 的大略。

柏克萊 (Berkeley 1685—1753) 主張，我們所認識的世界不過是各種的觀念，這却和洛氏的主張相同，不過反對洛氏的本體存在說。我人所認識的物質，不過是觀念，如果觀念消失

，物質的本體當然也消滅，不會存在。所以他否認物質的本體，主張真實存在的只有吾人的精神。一切宇宙的現象都由於主觀的心的感覺。創「主觀唯心論」(Subjective idealism)。謂一切物質的存在不過基於同一的心。因為柏氏是一位教長，所以把這同一的心認為上帝的心。一切感覺的世界，都基於上帝的心內。他的學說頗有一些理由，可惜搬出這不可捉摸的上帝來，便有些渺茫了。

休謨(Hume 1711-1776)的主張更比柏克萊進一層。柏氏不承認物質本體的存在，休氏更不承認柏氏的精神本體的存在，在他的人性論(Treatise of Human Nature)裏說很透切，大意謂我們的知識都從感覺的印象而來，感覺的印象就成爲一種觀念。知識不過是吾人觀念的符合和不符合的知覺。所以字

宙的本體是什麼，本體的因果是怎樣，我們都設法知道的。並且又說就是對於我自體，不能脫離知覺而單獨存在，我的知覺千變萬化，時時移動，所以也不能知道我自己，所以這繼續移動的知覺，就是我的心。吾人所能知的事物，不過是這繼續的知覺，世界上本無所謂心，更無所謂物的存在。一切的事物，不過是一種繼續不斷的現象，並沒有一定的系統。更無一定的因果關係。所以在科學上所公認的齊一律和因果律都是不對的。今天東方出來的太陽，不定和昨天的情形相同。不過是偶然的符合，明天太陽是否再從東方出現，成一問題。因為太陽的本體是否一定含有東方出來的性質，我們根本不知道的，又像水到攝氏百度，一定沸騰。這個現象在休氏看起來，也不過現象的偶然銜接，他的學說很使當時

的學者驚駭。因為科學本是有系統的知識，根據這兩條定律，可以用過去來推測將來。如照休氏說法，則科學的基本，被他破壞無餘。不過他這種「懷疑論」(Skepticism)很足以使一般科學家對於事物的見解，不敢自滿，更增其進取研究的精神，這却是受休氏的影響的。

乙 理性派 (Rationalism)

這派的學說，發生於法國。笛卡兒 (Descartes 1596—1650)

(註一)可算一位代表，他主張吾人有幾種觀念是由於先天的，這根本和經驗派說觀念都由於後天的經驗得來的學說相反。笛氏早年受宗教式的教育，中年又從事於科學的研究，那時宗教的勢力很大，所以笛氏處這新舊思想衝突的時期，很想設法調和，造成他的哲學，他對於事物的是非真假，一

切都懷疑：不過他是用一種系統的懷疑法，來求真知之目的，却和懷疑論派不同。他說只有一件東西是不能懷疑的，就是「自己」，因為懷疑者是我自己，有自己纔有懷疑。所以自己的本體，一定存在，他說過一句很有名的話：『我思，故我在』(I think, therefore I am)。至於觀念問題他維承認有幾種是得於先天，這種觀念中却有一上帝觀念，並用許多方法說明上帝的存在，這却由於他受宗教遺毒太深的緣故。

笛氏既認上帝的存在，所以說上帝所創造的我和物質，一定也存在。他所懷疑的不過是吾人感官的世界罷了。笛氏解釋這真實世界的本體，說只是容積 (Extension) 和運動 (Motion) 兩種構成的，因有運動，所以容積互異，因容積互異，所以生出各種不同的物質。這是笛氏學說的一般。

丙 批評哲學（註二）

經驗派和理性派的學說，根本相反，前派說知識的起源，由於單純的感覺，後派說知識的起源，由於先天的觀念。前派注重歸納法，重視事實而輕視觀念，後派注重演繹法，重視觀念而輕視事實，兩派的學說，各趨極端，都很偏而不全的弊病，德大哲學家康德（Immanuel Kant 1724—1804）曾說過：「有觀念而無知覺，則成空泛，有知覺而無概念，則成盲目。這是他對於這兩派的不滿意處，他首創「批判論」（Criticism），在他的純理批判（*Critique of Pure Reason* 1781）書內說：我們所為經驗的世界，不過是各種沒有系統的事物。我們的官覺感受了外界事物的印象，就組成知識的原料，這種使茫無頭緒的外界事物，要組成有系統有秩序的現象，一定要靠先天存在

的一種「範疇」(Categorie)。(註三)有了這種範疇，我們所受的感覺，就可組成有系統的知識，這論批判，頗能折衷經驗理性的學說，無所偏倚，康氏一方面承認事物的因果其有必然性、普遍性、和永久性，反對休謨的主張，他方面又否認笛卡兒的上帝觀念，可用科學方法，證明其存在。(註四)這是康德哲學的一部分學說，康德係十八世紀的一位大哲學家，他的學說很多，影響於近世思想界很大。其他關於理想世界道德、意志等學說，因出本書範圍，故不敘述。

註一 笛卡兒是十七世紀的哲學家兼數學家。他的哲學雖和培根不同，但是對於科學方法的見解，兩氏的主張大致相同，解析幾何學是笛氏在數學上的一大發明，解析幾何又名坐標幾何，係用代數方法來解決幾何的問題，以

哲學家而兼數學家者，除笛氏外最著名的尚有德人萊白尼茲 (Wilhelm Leibnitz 1646—1716)。微積分學就是他和牛頓同時獨立發明的。

註二 關於康德的批判哲學的大概，可參攷 B. Russell: *The Problems of Philosophy* Chapter VIII.

註三 康德的範疇分爲十二種：屬於量 (Quantity) 的，有單一 (Unity) 、複數 (Plurality) 、總數 (Totality) ；屬於性 (Quality) 的，有實在 (Reality) 、否定 (Negation) 、限制 (Limitation) ；屬於關係 (Relation) 的，有實體 (Substances) 、因果 (Causality) 、相互 (Reciprocity) ；屬於法式 (Modality) 的，有或然 (Probability) 、存在 (Existence) 、必然 (Necessity) 。

註四 笛卡兒用幾種辯證，證明上帝的存在；如我的

觀念明晰，故我存在；上帝的觀念亦明晰，故上帝亦存在，又事物的結果必有原因，今我既有上帝的觀念之果，必有上帝存在之因。

三 近代科學家的學說

休謨對於知識的懷疑論，上節已經約略底介紹過。他對於宇宙間現象的齊一和因果，根本否認，這種主張，頗使當世的哲學家的驚駭和辯論，他的思想漸漸底轉到科學界，因為科學的事實，完全成立在這兩條定律上。科學的定律，一向認為天經地義，千真萬確，尤其是數學，認為絕對的正確，不容或疑的。到了十九世紀後半期，有許多的科學家對於科學上的定理公律法則等，認為一定不易立法，有客觀的真實的；漸覺得靠不住。最著名的有德人馬哈(H. Mach) 法人樸盎

嘉萊 (Poincaré) 英人皮爾生 (Pearson) 諸人。他們共同主張都認以科學上所設金科玉律的公律定理，不過是暫時通用的一種假設，並非完全不變的，以前所設科學的信條，也不過是一種的策略，科學的最大目的，無非使紛亂而成系統，化複雜為簡單；一切的公理定律，無非是適應外界的環境，作一種較單簡的敘述，並不含有何種一定不變的真理在內。如地球繞日，蘋果墜地，江海潮汐，各種複雜現象，用了牛頓的萬有引力來解釋，就成簡單的關係了，又如水星軌道的稍稍移動，光受吸力作用等問題，牛頓的力學不能解釋，於是有愛因斯坦的相對論來解釋，（詳見第五章）把牛頓的力學當作一種特別的例子。這樣這許多問題，都變成一種單純的關係了。所以科學的定律，正和現代的速記法一般，用最簡單的

方法，來做現象的描寫罷了。

數學的定理，歷來都認為絕對的真理不容或疑的。像歐克列特的幾何學，從希臘到十八世紀二千餘年，却沒有人敢懷疑的。不料到一八四〇年俄人洛拔基夫斯基 (Nicholaus Ivanovich Lobachevski 1793—1856) 發表平行線研究 (Geometrische Untersuchungen zur Theorie der Parallelinien)，對於幾何學理的關於平行線的許多定理，開始懷疑着。在平面幾何裏，有幾條公理：如一直線可向兩端無限延長，平行兩線在無限相交，過線外一點，只可作一直線與他直綫平行。這種公理是無法證明的。我們知道全部的幾何定理，都根據已知的定理、定義、公理證明出來的。一步一步都無錯誤，不容否認的。但是如問基本的公理和定義是否絕對的真實，那就沒有人能證明了。

所以根據另一種公理和定義，也可以演繹出另一種幾何學。每一定理也都真確，不過和歐氏幾何學完全不同。洛氏根據這種意見，創一種非歐克列特幾何學。後來德人里門（G. F. B. Riemann 1826—1866）又創另一種非歐克列特幾何學，這類的幾何學在那時却認為完全理論，不合實用的學科，那知到現在相對論發見後，知道空間是屬於一種非歐克列特的。所以這類幾何學，又成爲一種解決時間空間問題的新工具了（註 1）

物理學在各種科學中，可算是最精確的科學，解釋許多宇宙間的現象，都靠數學的公式來推算研究高等物理要用微分方程式，研究相對論，完全要先了解非歐克列特幾何學、四度幾何學（Geometry of Four Dimensions）、引量分析（Tensor Analy-

sis)、變微積學(Calculus of Variation)等。從這純粹數學演繹出來的定律，當然可以認為確切不移的。便是馬哈在他的著作(註二)裏說過，物理學不過是依照最經濟的次序而排列的經驗。所以只能當作一種敘述(Description)，就是對於純粹的數學，馬哈和樸盎嘉萊數人，也當作一種最完美的敘述科學，不過所敘述的對象，不像物理學裏的實體現象關係，是普遍抽象的概念關係罷了。

現代的科學哲學家。英哲羅素(Bertrand Russell 1872—)(註三)可算一位最著名的。他對於物理學對象的物質的見解，不像絕對唯物論那般武斷，又不像絕對唯心論那般虛渺。他主張吾人對於物質的認識，不過是各種「感覺張本」(Sense data)的集合，吾人對於物體的觀念，所可知的不過這種物體的

色、音、味、硬度、平糙等現象，全靠感覺器所受的感覺（*Sensation*）。這色、音等的本體，都叫作「感覺張本」。至於物質的本體（羅素名爲「物體本質」（*Physical Property*）存在與否，吾人不得而知，（註四）就是數學所研究的基本材料，也不過根據「感覺張本」所得來的概念，他這種說法，很能得大多數學者的信仰，因爲物質是怎樣，不能不靠感覺器官的經驗，如果人類都是色盲，則物質本體所含的顏色，人們一定不能發見。所以物質或許含有許多特性，我們沒有相當的器官來感受，當然沒有方法去發見的。

註一 洛拔基夫斯奇幾何學的基本，根據過一點可作無數直線和另一直線平行的公理演繹出來的。全書的定理，也都合乎邏輯，沒有錯誤矛盾的地方，不過所得的結果

，和歐克列特幾何大相逕庭，如三角形三角之和必小於二直角等。同時匈牙利的數學家波萊（Johann Bolzai 1802—1860）繼洛氏之後，研究這類的問題。他的著作有科學絕對的空間（The Science Absolute Space）等。

里門的幾何學和洛氏幾何學完全不同，是根據過一點不能作一直線和另一直線平行的公理演繹出來的。所得的結果如三角形三角之和必大於二直角是。相對論裏所說的空間，和里門的空間相類。（參考 Poincare: La Science et l'Hypotheses Chap. II. 和 Cajori: History of Mathematics P. 303—305）

註一 參考 E. Mach: Popular Wissenschaftliche Vorlesungen P. 215—242

註三 羅素是現代最著名的哲學家。他的哲學以科學

爲出發點。注重分析法，依邏輯方法把世界分成無數的單元。所以稱「邏輯原子論」(Logical Atomism)；又稱中立一元論」(Neutral monism)，他本身的數理哲學高深艱澀，不易了解。杜威 (John Dewey) 曾說過：「世界上明瞭他的哲學的，不過二十人」。氏於民國九年來北平講學一年，介紹相對論學說，影響於我國的思想界很大。可惜他本身哲學，因大多數聽講者不能了解，除在北大數理學會講演兩次「數理邏輯」(Mathematical Logic) 外，沒有介紹過。

註四 參考 B. Russell: Problems of Philosophy. P. 17 + 19

四 知識的類別

科學的最大目的，本是用已知來測未知。預測正確的程
度，和我們知識的高低成正比例。科學的知識，是用什麼方

法得來的呢？大約不外下列四種：一經驗的知識，二理解的知識，三引伸的知識，四證實的知識。現在分別敘述於下：

吾人處於大自然中，日日和自然界接觸，所以知識的來源，由經驗得來的爲多『月暈而風，礎潤而雨』，這是我國相傳的一句話。如果我們見了某一種現象發生後，必繼續發生另一種現象，每次都是如此，沒有一次例外。這樣積多少次的經驗，便認爲有一定因果的關係，構成經驗的定律。這種定律，並不能說明因果關係，所以不能認爲合於科學的。因爲宇宙的現象無窮，而吾人的經驗有限。俗語說：『天下老鴉一般黑』。我們不能觀察全世界的老鴉是否一樣的黑；又不知老鴉與黑有何種因果關係。所以這種知識，在科學裏頗不重要，不過人類的知識，大半都從經驗得來的呢。

經驗的知識，如果沒有方法來解釋，則其價值不高。如「月暈而風」至今還沒有尋出其因果關係。所以在科學裏，並不能認為事實。況月暈時而沒有風的例外很多，所以這條是不能成立的。經驗的知識有了理論或假說來說明其因果的關係，則成理解的知識。理解的知識其真確性比經驗的知識要高得多。而真確的或然率須依理論或假說的圓滿程度而定。如「礎潤而雨」是經驗的知識，但是現在可用物理學來解釋，知礎潤由於大氣的濕度大，濕度大則大氣中的水蒸氣漸成飽和，為先雨的先兆。有了這理論的解釋，其真確性就增高了。

理解的知識是先有事實，後用理論和假說來說明的。在物理學裏往往先由理論或假說而演繹出來的定律，再用事實

來證實。這種知識，叫作證實的知識。科學的價值，就在能預測事物的結果。所以證實的知識，在科學裏，至關重要。像愛因斯坦發見相對論後，有日蝕時光受吸力作用的證實，於是相對論的學說完全成立。又如牛頓見蘋果落地而悟萬有引力之理，並說吸力之大小和二物體之距離平方成反比。證以地球繞日，月繞地球諸現象莫不相合，而牛頓的學說方有價值。這種知識的價值須視證實的準確程度而定。如天文學論行星和日的距離之比例，有鉢德定律 (Bode's Law)。發見小行星後，計算許多小行星之平均距離，和鉢德定律幾相符合。所以其準確程度很高。但自海王星發見後，因其距離不能和定律相符合，所以這定律真確性又減低了，(註一) 孔德說：預測的準確，是理論之真實證據。這是狠對的。

有許多的知識，是由純粹的推論得到，無法用試驗證明的，叫作引伸的知識。這種知識在科學裏也佔了很重要的位置。但是本身既無證明，所以狠有推翻的危險。如光電諸能力都能透過真空。這種能力又都為一種波動現象。所以假定真空中充滿一種目不能見手不能觸無質量而彈性極大的物質，叫作「以太」。光電都是以太中一種波動。近五十年來的物理學，可算是一部的以太物理學。直到相對論發見後，以太的假說始拋棄不用。這類的知識，固然是人類思想超越的表現，然而狠易流入虛妄的危險呢。

註一 一七七二年鐵悌斯 (Titius) 觀測地球和五大行星與日距離之比例，得到一個很簡單的關係，用 π 加入下列各數：0, 3, 6, 12, 24, 48, 諸數，則為水星、金星、地球、

火星、木星、土星六行星距日之比。不過在火星木星之間缺一行星。這個定律，經鉢德傳出，後世就名之爲「鉢德定律」。一七八一年三月十三日候照爾 (Nikolaus Herschel 1738—1822) 發見天王星，其位置和定律預測者相符。一八〇一年一月一日披西 (Piazzi) 發見小行星穀女 (Ceres)。後來各人絡續發見許多小行星，其平均和日之距離，適當定律中的空缺。但自海王星發見後，其距日之比例和定律所預測者不甚符合，今列表於下：

計算實	4	7	10	16	28	52	100	196	388
行星	水星	金星	地球	火星	小行星	木星	土星	天王星	海王星
實測值	3.9	7.2	10	15.2	26.5	52	95.4	191.9	300.7

第三章 科學的分類

一 總論

科學知識的發展，在第一章裏，已經說過。在中古科學正在萌芽，科學的名詞，不過附屬於哲學系統之下，那時哲學家對於任何學問，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。到了培根出世後，科學的位置漸漸提高，幾可和哲學並駕了。近年來科學的進步，一日千里。研究的科目，種類煩多。各科的理論，都由淺顯而臻高深。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。使人一目瞭然於其

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！

科學的分類，平常人看起來，似乎很簡單的，但是在科學家看來，却是一件很艱難的事。因時代的不同，見解的互異，和各人的主觀及興味不同，所以分類法亦不一致。皮爾生說：『個人滿足的分類，在本人看起來，固然覺得很好，但是別人看起來，便覺得不滿足了。』科學的分類法有人喜歡簡略，有人喜觀複雜。英科學家湯姆生(J. A. Thomson)（註1）說過：『倘使分得過細，便有失去知識一貫的危險；倘使分得過概括，則各科的自治權，爲其主題的特性所保有的，亦都消失無餘。』有這許多困難，所以各家的分類，都有缺點可議了。

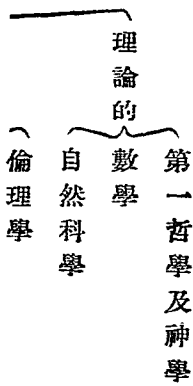
分類法的標準，大致可分爲兩種：一種以主觀爲標準，如培根、皮爾生等的分類法是；一種以客觀爲標準，如孔德、惠衛兒等的分類法是。前法可使各種科學詳舉無遺，而系統的排列不清；後法的系統雖覺排列整齊，而所舉的科學種類，則缺而不全。分類的形式，依各家的方法不同，分爲三種；一爲培根的樹枝式，二爲孔德的位階式，三爲湯姆生的坐標式。各家分類的公共原則有六：一，自單純而至於複雜；二，自卑下而至於高上；三，自獨立而至於因存；四，自先歷史的而至於歷史的；五，自物理現象而至於心理現象；六，自具體而至於抽象。

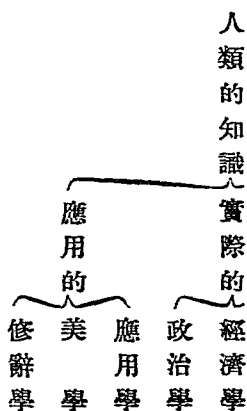
註一 二十世紀的科學家名湯姆生的有三人：一，英國著名物理學家名Sir William Thomson(1824-1907)；又稱愷爾文男

爵 (Lord Kelvin)；在熱學和電磁學內的貢獻甚多；二，英電子論的首創者，名 J. J. Thomson，在末章電子論一節內說到；三，美國生物學家，名 J. A. Thomson 著有科學大綱諸書。本章所說的即指此人，

二 希臘時代的分類

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

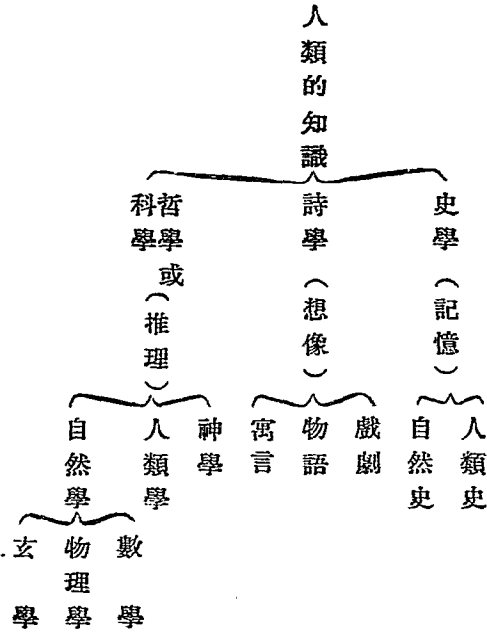




在這表裏沒有邏輯在內。因亞氏主張邏輯的功用，不能認來定各種知識的關係及其範圍，是求知的一種手段，不能認爲一種哲學。他的方法後世雖有批評，但是他實開科學分類的先河。自亞氏後千餘年，學者都信仰其學說，不敢非議。中世紀經院派學者，分自然知識和啓示知識兩種；哲學歸入自然知識，神學歸入啓示知識。但是他們的思想仍脫不了亞氏的主張。

三 十六世紀以後的分類

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經而集中於圓心，使各種科學的關係湮滅。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，所以含有統一和進化的暗示，不過培根分類法根據於主觀的記憶、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。但是該時學問家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

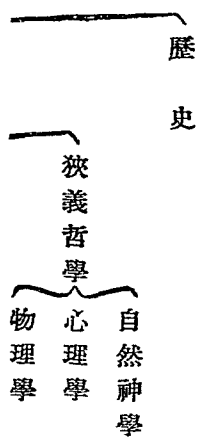
據的心理現象如記憶、想像、推理，都屬於知的範圍，而忽於情意兩種，所以不能算作合理。皮爾生的批評是：『培根雖然批評當時的知識界，但是他自己亦不免為當代思想的產物。他的精透眼光，雖能看破中世紀經院派學者的弊病，但仍不能脫其思想的形式及其表現方法。』

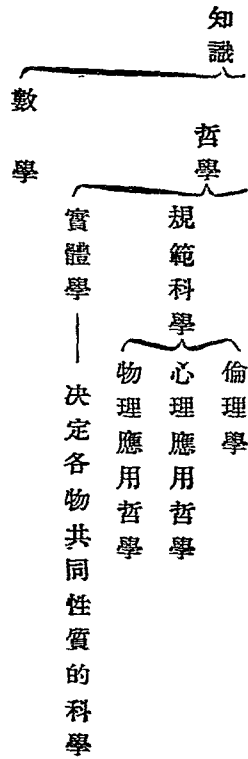
笛卡兒的名著哲學原理裏說到哲學可以包含一切精密的知識，共分三類：一，論及無形世界的，叫做玄學；二，屬於有形世界的，叫做物理學；三，屬於知識的應用的，叫做應用學。倫理學、機械學、藥劑學，都屬於第三類。他忽去現世認為科學的心理學，也犯了偏而不全的弊病。

霍勒斯 (Thomas Habbes 1588-1679) 主張哲學是一種澈底了解事物原因的學問，共分三類：一，數學；二，自然科學；三

，政治學。他說科學是確實明曉事物事實的學問，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：

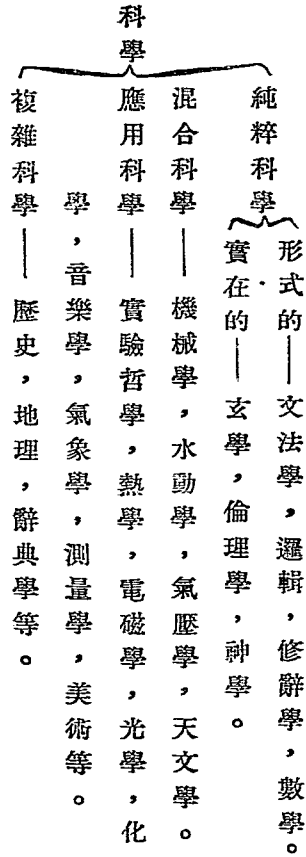




四 十九世紀的分類

以前分類法都從人類的知識或學問起點，科學不過佔一小部分。至十九世紀初年始有科學的分類。柯列基(Coleridge 1772-1834)根據主觀的觀念作標準。他以心的思想所構成的學科如邏輯、數學、文法等歸入純粹科學；把觀察所得的現象用抽象原理來解釋的歸入混合科學；把從抽象原理所得的應用歸入應用科學。其他不能歸入以上三類的都歸入複雜科學

一項。其分類表如下：



柯氏分類法忽視科學客觀的標準，如天文學與氣象學，機械學與光學、熱學不列入一類；反將美術與化學算作同類。所謂應用科學的名詞，意義亦不確切。複雜科學的名詞，似不能成立。所以他的分類雖較詳細，却也未臻完善。

根據客觀事物作標準的有英哲學家邊沁 (Bentham 1748-1832)

和法數理學家安培 (Ampère 1775-1836) 的分類。他們把科學分爲物質科學和精神科學二類。像現在所謂自然科學如天文學、地質學、物理學、化學等都歸入第一類；現在所謂社會科學如法律學、經濟學、言語學、歷史學等都歸入第二類。這種分類法頗覺合理，不過太覺簡略了。

惠衛兒 (William Whewell 1794-1862) 調和兩派的主張。在他所著的科學的哲學 (Philosophy of the Science) 裏提出一種新分類法。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。

學。
(二) 數學的觀念，加了勢力，運動的思想，就成機械

成化學。
(三) 數學和機械學的思想，加了化合力的思想等，就

(四) 化學的觀念，加了生命等思想，就成生物學。

理學。
(五) 生物學的觀念，加上感情、意志等思想，就成心

(六) 由心理學的觀念，加上歷史的原因，就成史因學

學。
(七) 由史因學的觀念，加上時間空間的思想，就成神

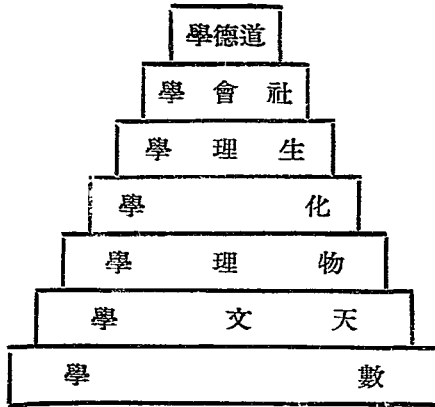
他的分類法很能注意於各科的相互關係，並且所舉的七

C B A 論 學 科

種科學都是純粹理論科學，並沒有把應用科學攙入。不過他不注重科學本身客觀的對象之性質，而注意於對象的思想之性質。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，須根據於研究對象事物的性質；二，當自簡單而至於複雜；三，自獨立而至於因存。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，纔能發生有機的知識。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

會學之爲科學進極的道德學，可用位階式圖表之：

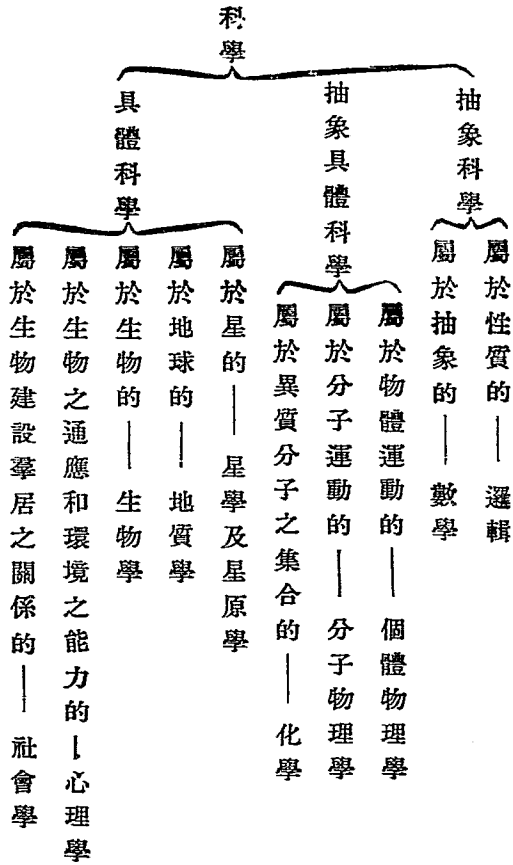


這種分類法注重科學系統的一貫和其演進的層次。所以他的分類法叫作位階式。這圖的階級長度，逐漸減短，又可

C B A 論 學 科

表各科進步的比例。如數學的進步最早，又最完全；而社會學在現在還沒有臻於完美位置。但其病在太忽略各科相互的關係，如研究天文學，也不能不依靠物理和化學的知識，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、玄學等都沒有列入。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 (Herbert Spencer 1820--1908) 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

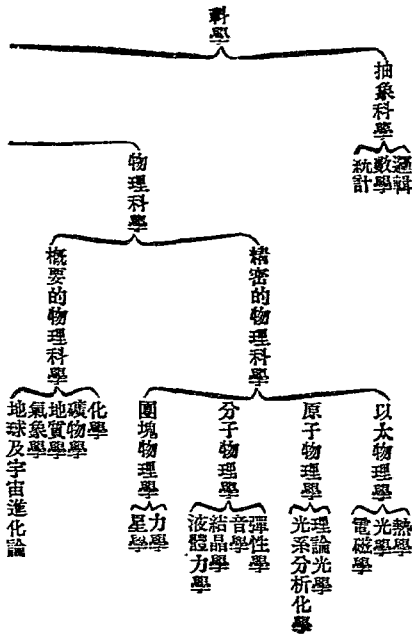
解獨到之處。不過他把物理化學同天文地質分作兩類，並說第二類可以產生第三類。這正坐孔德位階法的弊病。彌爾的批評是：『這種分類法，不基於事物的相互關係及其性質，只根據觀察事物方法的差異來分類，所以也不合宜。』

五 二十世紀的分類

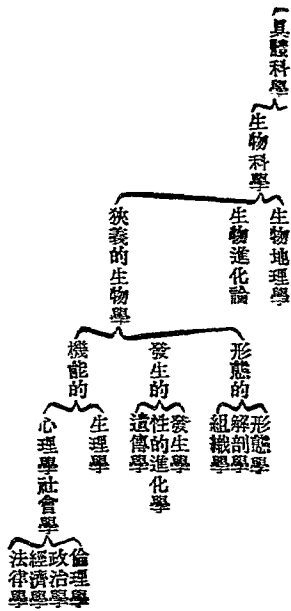
二十世紀的科學，進步奇速，研究科學的名家首推法模盎嘉萊、英皮爾生、德馬哈、美湯姆生諸人。皮氏和湯氏對於科學分類法，尤有精細詳密的方法。現在把這兩人的意見敘述於下：

皮爾生在他的科學規範 (The Grammar of Science) 裏，主張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；前在研究

無機的現象，後者研究有機的現象。每種分爲幾項，每項分爲幾科，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，幾種却認爲附屬於社會學之下。



湯姆生的分類法，和以前不同。用格子圖表代樹枝式。每種科學或幾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 (Introduction to Science) 裏的圖表，簡譯如下：

學 科 的 體 具			
普通科	特別科	聯合科	應用科
5, 社會學	民族學 制度的研究	人類史學	內政學 政治學 生計學
4, 心理學	審美學 語言學 心理學 物理學	人類學	倫理學 教育學
3, 生物學	動物學 植物學 原生學	生物界 通史	衛生學 醫學 森林學
2, 物理學	天文學 測地學 氣象學	大地通史 地質學 地理學	航海學 工程學 建築學
1, 化學	分光學 立體化學 礦物學	海洋史 日系通史	農學 冶金學 探礦學

抽象的
科學

玄學(最高的)

邏輯

統計學

數學(基本的)

本章所學各種分類法，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，自以皮氏和湯氏的分類法為完美。不過不滿處，仍不能免焉。

第四章 科學的方法

一 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，對於主觀的

觀察者爲普遍的認識，對於客觀的事物爲必然的結果。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，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；則我以爲二加三等於五，他以爲二加三等於六；我以爲人非狗，他以爲人是狗。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，樸盎嘉萊說：『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。不然今日以爲是，明日以爲非，尙何有真理之可言。

二 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。所以在科的方法裏，邏輯的方法佔重要部分。在古代邏輯裏，注重「三段論法」(Syllogism)。這種方法，從亞理士多德一直應用到中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

所以蘇格拉底也要死的……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

圓為最完美的形式……小前提

所以行星的軌道是圓的……結論

在這三段論法裏，推論的形式是不錯的。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「形式邏輯」(Formal Logic)。大前提裏所包含的真理，必為已知的事實，所推求的結論，只是一個特殊的例子。這種方法叫作「演釋法」(Deduction)。科學的天職，本是用已知來推測未知，在演釋法中把已知包含未知，我們無論怎樣推考，總不能逃出這已知的大範圍裏。所以演釋法在科學方法裏的應用不多。可是全部數學却是完全用演釋法創造的。如幾何學只從幾條公理和定義演釋出來的。因為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；依此演釋出全部的數學，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。

三 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，可說為這種方法所限制。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」(Material Logic)。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 (Induction)。在自然科學上，是很佔重要的。前章說近世科的發達，可算從培根發表他的新工具始。因此以後，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。

歸納法固然佔科學方法中重要部分，但是嚴格說起來，演釋方法亦不能獨廢，有時科學的真理用歸納法的證明還不足夠，或者不能用試驗來證明，則不得不用演釋的推理，或用演釋的數學來推算，得到一種關係，再用試驗來證明。葛萊理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。他用數學演釋法推算，知道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。又如牛頓說月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，知道如其引力說正確，則月的軌道之進行方向，須向地球方面灣曲，每分鐘約十六英尺。他觀察月的軌道的形狀和繞地的週期；來計算應得灣曲的速率，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。這類方法是先用演釋法的推算再用歸納的證明來證實。所以這種方法又名「演釋歸納法」(Deductive Inductive Method)。像天文學開勃勒(Kepler 1571—1630)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)行星的軌道爲橢圓形，而太陽居其焦點之一。(二)行星和太

陽速以直線，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，演釋到一個簡單的公理，就是上述的萬有引力公律。

四 或然的計算

宇宙間現象的變化，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，都稱作偶然的事，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。遇到有偶然發生的事，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。如擲骰後的結果或爲么，或爲二，……或爲六，不能決定。但若擲骰至千百次後，則擲出某點之次數，很近於六分之一。這個分數，在數學裏叫作「或然率」(Probability)。或然率最高爲一，此時預測的事物，必然發生。最低爲零；則所預測的事物，必不發生。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，其或然率各為二分之一，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。如擲十次則雖或不適為五正五背，然普通必有數正數背，如四正六背，則發生為正面的比例數為十分之四，已漸和或然率相近。如擲至千萬次以上，則發生正背的機會，漸趨相等。這是有人用實驗證明的。

事物之發生用統計法計算後，如與預測的或然率不符，則必有未知的原因潛伏在內，可供吾人作科學上的討論。如雙生子的性別問題可依下法分配為四種：

先生者	男	男	女	女
後生者	男	女	男	女

照上表而論，如雙生子的產生僅爲偶然的事，則同爲二男或同爲二女的或然率各爲四分之一，一男一女者爲二分之一。但統計各處雙生子的性別，則爲一男一女的事實甚少；同爲二男或二女的事實爲多。這和或然率的推算不合。所以決非偶然，必有特別的原因存在，可供生理學家來研究的。

五 觀察和實驗

自然界現象，爲吾人的五官日常所感覺的，叫作「經驗」(Experience)。感覺的次數愈多，和時間愈長，則所得的經驗亦愈富。所以老年人常比少年人的經驗爲富。但是只靠經驗，自然界現象的原因，仍不能明瞭。對於研究的對象而詳觀其變化的情狀，叫作「觀察」(Observation)。觀察爲科學研究的初步手續。上古時代人民的知識，尙不豐富，器械設

備又不完全，大部分的知識，都根據於觀察。所以天文學的發生，各國都是很早的。但是自然界現象，有時發見的次數很少。像日蝕現象，終身或只有一二次可以看見，要等自然發生這種現象再來觀察，誠有河清難候之嘆。又有一種現象發生，常雜有其他種種的現象，如物體墜地，除地心引力外尚雜有空氣的抵抗和地球自轉諸問題。要免去這外擾的現象，勢亦有所不能。所以科學家用模型和器械，在小小實驗室中以觀測之。這種方法叫作「實驗」(Experiment)，如研究日蝕現象，可用太陽系的模型來觀察日地月的相當位置。又作物體下墜試驗，可用物體在抽去空氣的玻璃管內來觀察。這樣自然界就我之範圍，不像觀察須我受自然界之範圍。於是自然科學，方能長足進步。所以現代科學的發達，總要歸

功於培根，因為他是提創實驗的第一人。

六 定律和假說

宇宙間的現象，至為複雜。決不是幾次的觀察和多年的經驗所能探悉其真理的。因為一種現象發生，並非出於偶然，一定要積多次的實驗綜合其結果，知道某某多種現象，都合於一定的法則。構成一種定律 (Law)。如孟台爾飼養鼠類、雞類、和種植各種豆類，作種種不同的配合，而觀察其後裔，發見孟台爾定律。又如氣體受壓力則收縮，今欲知壓力和體積的關係，英物理學家波以耳 (Robert Boyle 1626—1677) 加減壓力，作多次的試驗，知道「氣體的體積和所受之壓力成反比例」。這是有名的「波以耳定律」。科學裏的定律全靠實驗的結果。不像數學可由定理和公式用推理法而演釋到高

深的理論。科學的對象，本為經驗的世界，所以也不得不用實驗來求出其真理，有時雖也可用數學法演出新定律。但是也必用試驗來證實。如定律和試驗不符合，則此定律，決不能成立。

科學的定律，既已成立，但是這定律的原理，仍不能說明。如波以耳定律只說明氣體受壓力則收縮，如問受壓力何以會收縮，則不能解答。物理學家想像物體是極細微的「分子」集合而成的。因為分子間有多少的間隙，所以會收縮，這種想像不過便於說明事物之理，來幫助吾人的思考。叫作「假說」(Hypothesis)。在科學裏根據事實而作假說來說明種種現象的，叫作「學說」(Theory)，如用分子的運動來解釋氣體受熱則膨脹和其他現象的，叫作「氣體動力說」(Kinetic

Theory of Gases) 假定太空中瀰滿一種無輕重而彈力極大的物體，叫作「以太」，來解釋光在真空中的傳佈情形，叫作「光波說」(Wave Theory of Light) 等是，學說能說明的事實愈多，則其價值亦愈大。如有現象和其學說衝突的，則其學說不能成立，或有未盡善處，須加以修正，或用他種學說來替代。如以太學說不能解釋光受物質吸引現象，惟有相對論學說可以解釋，故以太學說，可以廢去不用。

第五章 近代科學概觀

一 宇宙一大電影場也

宇宙一大電影場也。在銀幕裏由靈巧的演員，扮演了許多離合悲歡的表情。宇宙的演員，就是物質(Matter)；宇宙

的表情，就是能力（Energy）。電影場裏所不可缺的，是一張白幕和多少的開演時間。宇宙中更有廣闊無垠的空間（Space），和繼續不斷的時間（Time）。合了這空間、時間、物質、能力四種，而完全的戲劇，方能在宇宙電影場裏，一幕一幕繼續地表演着。其劇本就是各種科學。無論何種科學其對象總不外乎空間時間中的物質和能力的變化。沒有物質，正像軟片上沒有印出形像，宇宙的銀幕上只是一張白幕；沒有能力，正像幻燈的照片，是一張不活動的形像罷了。所以在時間空間裏有了物質和能力，而燦爛的世界始成。

時間、空間、物質、能力四種根本問題，以前都由玄學家討論。聚訟紛紜，沒有相當解決。近二十年來科學的進步奇速。物質的根本，有電子論來解釋；能力的根源，有量子

論來解釋；時間空間的關係，更有相對論作普遍的討論。宇宙的奧秘，已漸為科學家發掘殆盡。這幾種學說成立不久，他日的進步，正方與未艾呢。

二 連續性和不連續性

『無邊落木蕭蕭下，不盡長江滾滾來。』這兩句詩用科學方法分析其內容，就知道上句落葉的現象是不連續的，因為二葉下落時，其間總隔有極短的時間。下句流水的現象是連續的，因為水流就下，在任何時間內沒有停留着。科學上嚴格說起來，凡能分割至無限小 (Infinitesimal)，都是有連續性；分割後有一定限界的，是有不連續性。照莊子 天下篇 內說：『一尺之棰，日取其半，萬世不竭。』是承認直線有連續性的，幾何學裏一條直線是無窮的點集合成的。全部的有理

數（即整數和分數二種）不能代表直線上完全各點，（證見 B. Russell: *Introduction to Mathematical Philosophy* P. 67）所以有理數不是連續的。如合全部的無理數，成一組實數，便成連續了。微積分學裏把數量分成無限小。所以微積分學是研究連續問題的。物質是連續的問題，在上古時已有人注意，認為非連續的。能力一向是公認為連續的。如熱的傳導，光的傳導，似無斷續的可能。不料到二十世紀，也發生問題了。

三 電子論

紀元前四百年希臘學者德摩克立達 (Democritus 460-370 B.C.) 創靈魂與火，都是一種相同的原子所組織而成，這種原子為物質精神的最小單位，此種見解，影響後世的思想甚大。二千年來學者都信奉之。牛頓亦極主張其說，英化學家杜爾

頓 (John Dalton 1766-1802) 研究化學化合的現象創「原子論」(Atomic Theory)，關於原子的性質，杜氏擅定三種假說：一、每種原質均由極微而獨立之顆粒所構造而成，此種顆粒叫作「原子」(Atom) 二、同種原質之原子質量均同。不同原質之原子，質量亦各不同。凡原子不論受何改變，其質量不變。三、數種原質相化合，成一種化合物。這種化合的內容，係每種原質各以若干原子彼此化合，成化合的顆粒，叫作「分子」(Molecule)。同化合物的各分子所含各種原質的原子和原子的數目都相同。物體不過由此多數分子所疊積而成。

杜氏的原子說很合化學上事實的證明。物質的定律，不用原子論來說明，是無法解釋的(註二)杜氏的原子論出，而化學的根基始固。依原子論，宇宙間的原質共有八十餘種

，每種各有其特殊的原子，所以原質是不能變換，古代的鍊金化學家（Alchemist）用鉛鍊金之法，是絕對不能成功的。這個學說直到十九世紀末年沒有發生衝突，物質多元說有了一層保障。

十九世紀末年，電學家輩出，電學裏各種現象次第發見。美人克羅克司（Sir William Crookes 1832-1919）用玻璃管於兩端封入鉛版作電極，用導線連於感應發電器上。今抽管內空氣使漸稀薄。鉛版兩端通電流後，在管內二極間發生紫色光芒，如管內空氣減至千分之一耗以下，（此管叫作克羅克司管）則光芒消失，在陰極板面發生一種輻射線，射到對面管壁，使之微現青色磷光。這種輻射線叫作「陰極線」（Cathod Ray）克氏試驗的結果，知道陰極綫依直綫方向進行，但受磁力作用，

所以不是一種光浪。一八九五年德人倫得根 (William Konard Rontgen 1846-1923) 在克羅克司管內無意中用一金屬板障礙陰極線前進，發見在板面另射出一種輻射線，其性質和陰極線大異。不受磁力作用，能透過人體、布、紙等密度較小的物體。斯時倫氏不明其理，就叫作X線，現在又名倫得根線，據克氏研究的結果，知道陰極綫係放電時分解氣體，使其原子崩潰所生之帶陰電的微粒子。就是現在所謂「電子」(Electron)是。X線的發生由於金屬板受陰極綫之電子衝突後在以太內所生一種的波動。

發見X線後幾個月，法人班檜爾 (Henri Becquerel) 在鈾的化合物內發見和X線同性質的輻射線，亦有透過物體的能力。一八九九年法人居利 (Curie) 和其夫人發見鐳的化合物，有

強烈的放射性，其放射能比鈾強百萬倍以上。夫人又發見鐳繼續放射時，熱量漸放出，其質量亦漸減少。每克鐳每小時放熱一百十八「加羅里」(Calorie)。一克鐳所放之熱量可抵五十萬克之煤。這是物質和能力能變換之證。

放射體的輻射線共有三種：一為 α 線，其微粒子為帶陽電的氦原子；二為 β 綫，含有與陰極綫相同的微粒子，即帶陰電的電子。三為 γ 綫，其性質和 X 綫相同，有透過物體的能力。放射體放射 β 綫時，始有 X 綫發生。

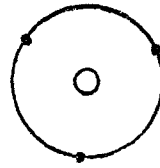


當鐳放射三種輻射綫時，以強磁石在直角方向近之，則 α 綫稍稍彎曲， β 綫的曲率甚大，惟和 α 綫相反， γ 綫則不呈彎曲現象。居利夫人以鐳置鉛製的厚盒內，

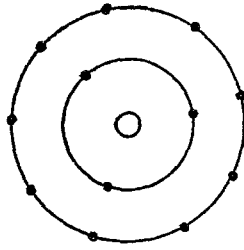
使三種輻射線同在一孔射出，以強磁石和紙面成直角近之，其磁指力線向下方，則灣曲情形，如圖所示。

杜爾頓的原子說謂原子爲物質最小單位。自放射體發見後，始知放射體放出輻射線後，漸變爲其他物質。鈾放 α 線後可漸變爲鐳；鐳放 α 線後可漸變爲鉛。不過須經極悠久的時間。這種現象叫作「元素的蛻變」。當蛻變時所放出的 α 線，含氦原子，其原子量爲四，當氫原子之四倍，根據這個現象，知道原子並非物質的最小單位；各種不同的原子，必另有更小的單位存在。英物理學家湯姆生(J.J.Thomson)創「電子論」(Electron Theory)：說各種原質的最小單位是一種帶陰電的微粒子叫作電子。原子由於一個陽電核和幾個電子所組成的。陽電核的陽電量和電子所帶陰電總量相等。原子量愈大

，則原子所含電子數亦愈多。每一原子中電子圍繞陽電核而



旋轉，正如太陽系中行星繞日之情狀相同。所以每一原子就如太陽系全局的小模型。陰極線所放之微粒子，和β線中之微粒子，都是電子。電子論成立後，物質多元論的學說推翻，而物質一元論的學說，可以證明了。



氫原子為一個電子所組成，氦為二電子。如某原子的電子數在五個以內，則在同一軌道上；如電子數超過五個以上，則須分為兩個軌道，始能安定。如超過十七以上則須分為三個軌道。如有十三個電子，則內軌道為三，外軌道為十；如有

十四個電子，則內軌道爲四，外軌道爲十。故依內軌道而畫，則十三個電子和三個電子所組成的二原子有共同的性質；依外軌道而言，則十三個電子和十四個電子所組成的二原子有另一種共同的性質。這樣一向認爲不可解的化學原子之週期律，亦可以解釋了。

四 量子論

物理學裏所研究的對象，如熱、光、電、磁等，都屬能力的一種。各種能力可以互相變換，已由實驗證明。能力都可在真空中傳佈，所以假定真空中彌滿一種媒介物，叫作「以太」。研究的結果，知道光不過是以太中一種波動，其傳佈的速率，每秒三億呎。振動急迫則光波短，振動和緩則光波長。因光波長短，則吾人所受色的感覺亦異。紅色光波最

長，也不過七·五萬分之一釐，其次爲橙、黃、綠、青、藍，而以紫色之波長爲最短，不及四萬分之一釐。光波比紅色長的爲「紅外線」有熱力作用。更長的卽成熱波。光波比紫色短的爲「紫外線」，有化學作用，以太波最短的爲X線。

英物理學家馬克斯衛爾 (James Clerk Maxwell 1831—1879) 研究電波，結果知電波在真空中傳佈的速率和光波相同，不過波長甚大，創「光之電磁說」(Electro-magnetic Theory of Light)，說明光的現象，亦不過一種電磁作用。他的全部學說，都是用高等微分方程式演釋出來的。後來德人海爾茲 (Heinrich Hertz 1857—1894) 發見電波於真空中傳佈的速率，確和馬氏所預測者相同，並測出其波長自三耗起至七料以上。所以馬氏的學說已臻證實了。

物質是不連續的，其最小單位為電子。能力是和物質一般般有最小單位呢？還是連續而可分割至無限小呢？這個問題自古代到十九世紀之末，學者都認為連續的。中世紀時有句話：「自然不是飛躍的」（*Nature non facit saltus*）。這就可代表歷來的見解。到二十世紀初年，德人勃蘭克（*Planck*）首創能力和物質一般，也有最小的單位，叫作「量子」（*Quantum*）。他的學說叫作「量子論」（*Quantum Theory*）。這個學說是近世科學界的一大革命。因為用微分方程式來研究不連續的能力，頗不能適合。全部理論物理學，發生問題了。

量子論的學說是由於光和其他輻射能力的研究而起。高溫度的固體內部的分子，常起激烈的運動。這種運動頗不規則。當運動時分子內的電子，也起了不規則的運動。電子有

了運動，激起以太的波動，傳到四方。但是各電子運動既不規則，何以傳出的波動却有一定的波長呢？勃蘭克假定在高溫度物體裏面，具有種種週期不同的「共振器」(Resonator)，每種共振器只能和自己週期一致的分子運動共振，纔能輻射出相應的電浪。這種共振器是不連續的，迅速飛躍般把能力不連續底散出。在電的現象內，其共振器就是電子，或稱電的量子。這學說的結果，把同一電子認為物質和能力的公共單位，是科學界的大發見。

馬氏既已證明光和電是一種現象，所以光也應當由於量子而成。愛因斯坦稱之為「光量子」(Lightquantum)。物體受高溫度而發光時，光量子在空間向四方輻射。如射到物體上，而為所吸收時，也只能把整個量子吸收。如用光射到金

屬板面，則金屬板面逸出電子。逸出電子的速率，每秒自百
籽至十萬籽。同時金屬板帶陽電。這種現象叫作「光電效應」
〔Photo-electric effect〕。電子的逸出與否，和受光的強弱無關，
但須光量子的振動數超過一定的限度。因為每一個光量子逐
出一個電子，電子飛出的速率當然和光的強弱無關，但和光
量子的振動數成比例。金屬板面因電子逸出，故帶陽電。這
是光量子論的實證。

量子論的學說因發見後的時間不多，所以不免有許多缺
點。此後繼續研究的結果，恐怕影響到科學界很大呢。

五 相對論

相對論為近世科學界最偉大的發見。德人愛因斯坦在一
九〇五年發表。所討論的為時間、空間、兼及物質、能力問

題。噶萊理牛頓的力學，和近世馬克斯衛爾的電磁學，其缺點都被暴露無遺。全球學者無論是物理學專家與否，都以研究討論其學說爲務。我國自羅素來華介紹過後，亦有許多學者積極提倡。一時出版的書籍亦不少，惜其學說高深艱難，不能使初學者完全明瞭，本節所論不過是相對論的重要思想之大略，作爲初步的介紹而已。

牛頓的力學已經說明在等速運動的本系裏，不能觀察其本身的運動。如在火車駛行時，車中乘客不能自覺其運動，只覺四周的人物向後倒退而已。牛頓說過一切運動都是相對的，並無絕對的靜止或運動的存在。光在以太裏傳佈，其本身速率固爲一定，如二觀察者有相對運動，則觀察同一光線，其速率必不同。這是古力學裏的結果，而爲人們所共認的

。又光的傳播，以太為媒介。今假設以太為絕對靜止物體，則在地球上觀察光速，向光方面運動時，所觀察結果，必較光本身速率為小，即光速減去地球之速率；如向反對方面運動，則其結果必相反。一八八四年美實驗物理學家麻克爾生 (Michelson) 用極精細的試驗，不能證明和預料的結果符合，即無論地球向何方運動，光的速率總是相等。要說明麻氏的負結果，只有兩種解釋；一，以太偕地球同運動；二，以太的假設，根本不能成立。

第一條說明，似不可通；依第二條說明，則現代以太物理學須全部推翻。荷物理學家羅倫茲 (Lorentz) 巧為解釋說：物體運動時其一切長度都稍縮短，其縮短的多少，依其運動速率而定。如球形運動時，成為橢圓球形。不過在同系內各

種物體都同樣收縮，所以自身不能發見之。其收縮的數目，其結果恰使麻氏的試驗不能得結果。這個假說叫作「羅倫茲收縮說」(Lorentz contraction Hypothesis)。雖不免牽強附會，但是不用這假說，麻氏的試驗，無法說明。

現代科學家如馬哈樸盎嘉萊等，都已懷疑到古力學的缺點，不過不能知其病原何在。愛因斯坦發見其病原在於牛頓的絕對時間觀念。因牛頓的盛名，久已深入人心，牢不可破。到愛氏始否認絕對空間之說。因距離除以時間則為速率。麻氏的試驗既知光速無論在何種情形，總不變更，則時間和距離，必有相互的關係。本此見解，愛氏大膽否認以太的存在。並下了一個重要原則：『不論觀察者的運動情形如何，光速總是一個不變的常數』。用時間空間相對說來解釋麻氏

的試驗，比羅倫茲收縮說更覺圓滿。時間既屬相對，所以「同時」的意義消失。甲以爲同時，對於甲有運動的乙觀察之，即非同時。同一現象在地球上觀察所費的時間，在太陽中量之則所需之時較少。同一尺度在地面上量之如爲一呎，在太陽上觀察此尺度，要減少二十萬分之一。這就是麻氏試驗無結果之原因。又從公式內證明宇宙的速率以光爲最大。無論若干運動速率相加，其總數決不能超過光速。這種主張，都是舊物理學中所未有。所以相對論初發表時，反對的很多。不過到現在物理學家，也都認爲合理，一致推崇了。

一九〇五年所發表的，不過相對論的一部，只限於等速運動，所以叫作「相對特論」(Special Relativity)。裏面並說物體的質量依運動而漸增，並不像以前物質不滅的定律的說

法。自放射體發見後， β 線所放射的電子，其速率最大的達光速百分之九十九。電子論內計算電子之質量確依速率而增加，和愛氏的學說相符合。放射體繼續放射熱力後，質量漸漸減小。愛氏推算質量減少之數，通等於所放能力之數，以光速平方除之。於是物質與能力的變換，其數量關係，始有公式表示之。

一九〇八年德荷丁根大學教授明可夫斯基 (Minkowski 1864—1909) 用幾何座標法把時間和空間的關係表出。立體幾何中用相交於一點的三直綫互相垂直，當作坐標軸，表明左右前後上下三方向。空間各點的位置可用 $X Y Z$ 三坐標值來定。這是三度解析幾何裏所通用的。明氏假想在這三軸外再用一直綫各與此三軸垂直而交於一點。用這直綫當作第四度的軸

，來表時間，叫作時軸。在這坐標系裏時間空間的關係，可用數學公式表示之。全系明氏名之爲「世界」(Welt)。系內的點，名曰「世界點」(Welt-punkt)。用這坐標，吾人要觀察物理狀態於世界裏各點的變化如何，不必分論空間和時間獨立的關係。明氏說過：「此後空間時間，失其獨立，兩者連續，而不可分了。」

愛氏的相對特論只限於等速運動，而吸力問題，仍不能解決。牛頓萬有引力公律，在物理學裏占特殊地位。牛頓用反平比公律來說明吸力現象，但吸力本身由何而來，則牛頓不能回答。愛氏於一九一五年發表「相對通論」(General Relativity)。把物理全部和吸力問題都包在內。相對特論裏廢除絕對空間的意見；在相對通論裏則排除歐克利特幾何學的

觀念。以前物理學的狀態，在世界裏如何分配，素用歐克利特幾何學為基礎，在相對通論裏則認為無何種理由。我們研究的平面幾何學，是從歐氏集幾何的大成後而傳遞至今的。其中各定理自都合理，而無疑義的。曾治弧三角者必知弧三角三角之和必大於兩直角。其全部公式都和平三角公式不同。因為弧三角是球面形，平三角公式自不能適用。弧角各種性質，自不能用歐克利特平面幾何的定理來證明。三度空間所包含的曲面種類無限，每種曲面上都有其特有的幾何學，和歐克利特幾何學炯異。這無數種的幾何學，都叫作二度的「非歐克利特幾何學」(Non-Euclidian Geometry)。(參考第二章第三節)故在吾人所處的四度幾何學裏所包含的三度空間，不必是合於歐克利特的，理亦可通。不過吾人係三度

的動物，不能直接感覺四度的世界，經驗上是無法證明的。愛氏假定在物質（如太陽、地球等）四周，其空間受物質影響，成爲一種非歐克利特的空間。這種空間，叫作「曲空間」（Curved Space），其曲率可用引量分析來計算。在曲空間裏兩點中最短線，不是直綫，是一條曲綫。如球面上兩點中最短綫是過兩點的大圓弧。牛頓的運動三律中第一律說：凡運動物體，不受外力作用，則常沿直線作等速度進行。行星沿橢圓軌道運動，牛頓認爲受太陽吸力的影響。在愛氏觀之，行星不過在太陽附近的曲空間裏沿最短的線運動而已。愛氏把牛頓吸力說推翻。用空間的幾何性質來解釋。愛氏的超越思想，歷來的大科學思想家，沒有一人能及得到呢！

愛氏的理論正確與否，須有事實的證明。光已久認爲能

力，自不受物質吸力影響。但依愛氏說空間裏兩點中最短的線，亦爲一種曲線，則光經此空間，亦須沿此曲線進行，不能例外，英皇家學會於一九一九年觀察日蝕時見星光過日旁，亦有屈折。其結果和愛氏學說符合，可爲愛氏學說成立的鐵證。至於歷年來認爲不可解決的水星軌道平面每百年多移四十三秒。或釋爲水星軌道內尚有內行星存在，致生吸力影響者，用愛氏公式推算，測此四十三秒的移動，爲應得的結果。又愛氏預測日光景線向紅端推移，經了許多的試驗，亦已證實。所以相對論的學說，已臻穩固之境矣。

相對論的範圍至廣，而其理論又極高深，決非數語所能明瞭。現在約舉幾種名著，以便參考焉。

Einstein: *Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie*

有英譯本及漢譯本

Eddington: *Space, Time, and Gravitation.*

Freundlich: *Die Grundlagen der Einstein Gravitations-theorie.* 有英

譯本

Slosson: *Easy lessons in Einstein.*

Lorentz-Einstein-Minkowski: *Das Relativitätsprinzip.*

Eddington: *Report on the Relativity Theory of Gravitation.*

前幾冊通俗可讀，後二冊則用數理來解釋的。沒有高深
數學的根基，恐難卒讀。

科學論的書籍中，幾部最重要的，略舉於下，以供閱者
的參攷。

J. A. Thomson: *Introduction to Science.*

H. Poincaré: *La Science et L'Hypothèses.*

” : *La Valeur de la Science.*

” : *La Science et la Methode.*

以上三册都有英譯本 •

Karl Pearson: *Grammar of Science.*

Jevons : *Principle of Science.*

A. Wolf : *Essentials of Scientific Method.*

E. Mach : *Populärwissenschaftliche Vorlesungen.*

ABC叢書目錄

文藝部

國學組

- 文字學ABC一册 平裝五角
精裝六角
暨南大學文科教授胡漢安著
- 修辭學ABC一册 平裝五角
精裝六角
復旦大學中國文學系主任陳望道著
- 詩歌學ABC一册 平裝五角
精裝六角
暨南大學文科主任胡懷琛著

詩經學ABC一册

平裝五角
精裝六角

南開大學教授金公亮著

元劇研究ABC

上下册

平裝五角
精裝六角

元曲專家吳瞿安著

文法解剖ABC一册

平裝五角
精裝六角

郭步陶著

文體論ABC一册

平裝五角
精裝六角

顧燮丞著

中國文學ABC一册

平裝五角
精裝六角

劉麟生著

文學組

文藝論 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

前暨南大學文科主任夏丏尊著

文藝批評 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學教授傅東華著

文化評價 A B C 一册 平裝五角
裝裝六角

巴黎大學碩士葉法無著

詩歌原理 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學教授傅東華著

小說研究 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

文學批評家玄珠著

農民文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學教授謝六逸著

兒童文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

小說月報編輯徐調孚著

西洋文學組

希羅文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

南歐文學專家曾孟樸著

英國文學 A B C 上下册 平裝五角
精裝六角

真美善雜誌編輯曾虛白著

美國文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

真美善雜誌編輯曾虛白著

德國文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

大學院秘書李金髮著

法國文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

南歐文學專家曹孟樸著

俄國文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

文學士泉漳中學教授汪儂然著

近代文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

文學家吳雲著

騎士文學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

文學批評家玄珠著

神話組

神話學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學教授謝六逸著

童話學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

趙景深著

中國神話研究 A B C 上下册 平裝五角
精裝六角

文學批評家玄珠著

希臘神話 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

文學士泉漳中學教授汪儂然著

藝術組

藝術論 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學中國文學系主任陳嘉謨著

戲劇學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

留美戲劇家洪深著

獨幕劇 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

文學十蔡蕙暉著

歌劇 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

音樂家張若谷著

音樂 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

音樂家張若谷著

國畫 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

名畫家朱應鵬著

洋畫 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

名洋畫家陳抱一著

圖案畫 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

中華藝術大學教授陳之佛著

構圖法 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

上海美術專門學校教授豐子愷著

新聞學組

報學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

時事新報編輯潘公弼著

政治經濟部

政法組

法律學ABC一册 平裝五角
精裝六角

朱采真著

政治學ABC一册 平裝五角
精裝六角

朱采真著

中山政治ABC一册 平裝五角
精裝六角

朱采真著

國際政治ABC一册 平裝五角
精裝六角

巴黎大學吳頌皋著

國際法ABC一册 平裝五角
精裝六角

朱采真著

外交ABC一册 平裝五角
精裝六角

浙江反省院教授常書林著

黨義ABC一册 平裝五角
精裝六角

世界書局編輯朱翊新著

市政組

都市論ABC一册 平裝五角
精裝六角

工學士楊哲明著

市政計劃ABC一册 平裝五角
精裝六角

工學士楊哲明著

市政管理ABC一册 平裝五角
精裝六角

工學士楊哲明著

市政工程ABC一册 平裝五角
精裝六角

工學士楊哲明著

經濟組

經濟學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

經濟學博士李植時著

財政學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

經濟學博士李植時著

貨幣學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

德國柏林大學沈藻堉著

統計學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

社會學學士蔡毓璣著

審計學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

鄭行巽著

分配論 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

法政大學教授殷壽光著

農業合作 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

法政大學教授王世顯著

信用合作 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

侯厚培著

生活進化史 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

華僑大學教授劉叔琴著

商業組

商業經營 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

明治大學商學士沈長明著

工商管理ABC 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學商學士張家泰著

廣告學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學商學士蒯世勳著

售貨術ABC 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學商學士張家泰著

銀行學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學商學士蒯世勳著

保險學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

張伯鏞著

社會組

社會學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

社會學博士孫本文著

社會思想史ABC 一册 平裝五角
精裝六角

法政大學教授徐逸樞著

人口論ABC 一册 平裝五角
精裝六角

社會學博士孫本文著

人類學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

巴黎大學學士馬宗融著

優生學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

日本帝國大學學士華汝成著

犯罪學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

留美社會學碩士應成一著

婦女運動 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

湯彬華女士著

家族制度 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

高希聖著

哲 學 部

哲 學 組

哲 學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

前時事新報主筆張東蓀著

西洋哲學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

廣學會編輯謝頌燕著

宗 教 學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

廣學會編輯謝頌燕著

精神分析學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

前時事新報主筆張東蓀著

人 生 觀 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

前時事新報主筆張東蓀著

相 對 論 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

王剛森著

論 理 學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

前紹興女師校長朱兆萃著

倫理問題 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

巴黎大學碩士葉法無著

中國倫理思想 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

嶺南大學哲學教授謝扶雅著

戀愛論 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

郭真著

教育史地部

教育組

教育學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

米西根大學碩士黃梁就明著

教育史 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

李浩春著

藝術教育 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

美術專門學校教授豐子愷著

職業教育 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

中華職業教育社潘文安著

小學行政 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

世界書局編輯魏冰心著

各科教學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

世界書局編輯所長范雲六著

教育測驗 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

世界書局編輯朱翊新著

教育心理學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

前紹興女師校長朱兆萃著

圖書館學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學圖書館主任沈學植著

體育組

田徑賽ABC 一册 平裝五角
精裝六角

時事新報編輯蔣湘青著

演說學組

演說學ABC 一册 平裝五角
精裝六角

復旦大學文科主任余楠秋著

辯論術ABC 一册 平裝五角
精裝六角

世界書局編輯陸東平著

史地組

進化論ABC 一册 平裝五角
精裝六角

張懋宗著

東洋史ABC 一册 平裝五角
精裝六角

文學家傳彥長著

西洋史ABC 一册 平裝五角
精裝六角

文學家傳彥長著

日本史ABC 一册 平裝五角
精裝六角

北平女高師教授李宗武著

人文地理ABC 一册 平裝五角
精裝六角

北平女高師教授李宗武著

自然地理A B C 一册

平裝五角
精裝六角

淮安中學校長王益厓著

海洋學A B C 一册

平裝五角
精裝六角

淮安中學校長王益厓著

科學部

自然科學組

心理學A B C 一册

平裝五角
精裝六角

復旦心理學院實驗中學主任郭任遠著

變態心理學A B C 一册

平裝五角
精裝六角

心理學學士黃維榮著

衛生學組

衛生學A B C 一册

平裝五角
精裝六角

沈壽春著劉清風博士校訂

性學A B C 一册

平裝五角
精裝六角

南洋大學學院柴福沅著

應用科學組

科學論A B C 一册

平裝五角
精裝六角

北大理學士王剛森著

電學A B C 一册

平裝五角
精裝六角

北大理學士王剛森著

攝影學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

化學教師吳辭山著

測量術 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

東南大學理學士姚國珣著

工程學組

道路學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

工學士楊哲明著

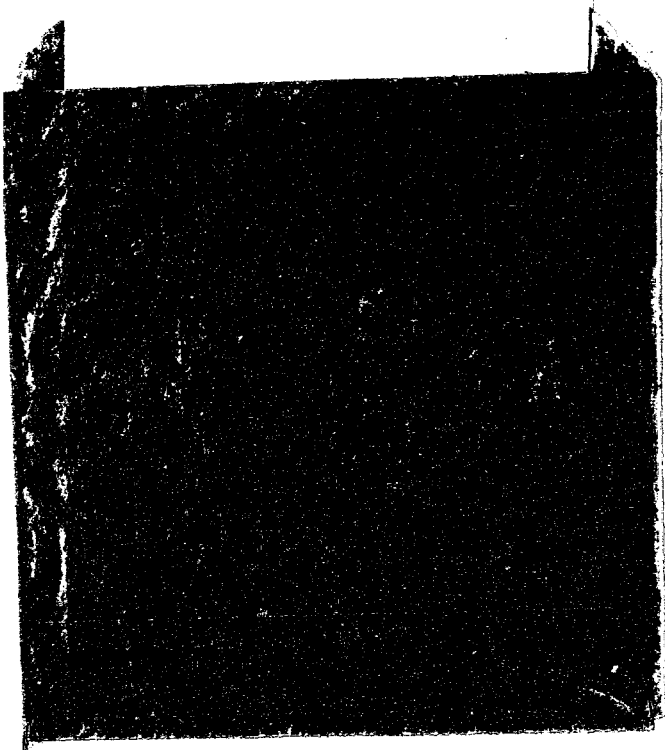
鐵路學 A B C 一册 平裝五角
精裝六角

工學士楊倚時著

附告

本叢書的書目是沒有限制的
隨時加編隨時發表

科學ABC



中華民國十八年七月再版

不 准 翻 印

發行所

科學論ABC (全一冊)

【平裝五角 精裝六角】
(外埠酌加郵費匯費)

著者 王剛 森

出版者 ABC叢書社

印刷者 世界書局

發行所 世界書局

上海四馬路
世界書局

3033

