

自然科學小叢書

科學的世界

HYMAN LEVY 著

嚴鴻瑤 譯

王雲五周昌壽主編

商務印書館發行

北平圖書館

自然科學小叢書

科學的世界

Hyman Levy 著
嚴鴻瑤 譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

原著者之生平

負盛名於一時者有之，傳至理於後世者有之。若雷威者，雖不目前譽滿全球，然其學說誠堪傳世。雷威何許人，國人必甚生疏，爰特述其生平，以資讀者釋疑團焉。

雷威原名 Hyman Levy，一八八九年三月七日降生於英國愛丁堡，一八一一年以數理學第一名畢業於愛丁堡大學，一九一六至二〇年任職於國立物理實驗所之航空動力研究處 (Aerodynamics Research Staff of the National Physical Laboratory)，一九二〇至二三年任皇家科學院 (Royal College of Science) 之數學助教，一九二九至三〇年任倫敦數學會 (Council of London Mathematics Society) 之會員，一九二一至三二年任該會副會長。一九二四至三〇年又任工黨科學顧問會 (Science Advisory Committee of Labour Party) 之主席。著有航空術之理論與實驗 (Aeronautics in Theory and Experiment) 透視科學 (Science in Perspective) 隔離科學 (Science in Isolation) 一九三二年新出著作，即茲所

譯者也。其立論多由經驗批判入手，觀其所述理論，多由實驗深及理論，可以見其程式矣。彼著本書，似欲調和唯心派與實證派之見解，但最後仍偏於實證主義，觀其批評電子論，即可知也。

一九三四年十月二十四日譯者於上海中山文化教育館

序

溯自歐戰以還，全世界之社會，工業與學術生活，極呈不穩定之險象。科學似已將權力與控治之武器，付諸人類掌握，若能明瞭使用之法，未嘗不可以滅除人類痛苦，而爲人類史上新闢一片物質的與文化的安樂土。然而，事實則未盡然。科學運動乃文明社會之嬰兒耳；雖會要求促進社會之調整，然蠕進之社會頗難隨從併進，致今日在物質上與學術上發生改革，實一不可避免之時代也。

社會必與其相對部分共進共退，協調發展，而後社會全局始能安定。科學雖爲驅策社會之動力，但祇自整發展之步法，毫未顧及社會係一全體，其動靜皆須全體相容相劑，共進共退者也。社會團體並非獨立永存，而經濟原素實爲政治疆界所劃分者。科學發現地球之鑛源，係自然寬仁之手四散博施，固不拘於昔人爲競爭生存而設之國疆，實具科學知識之國際效用與種族間之性質，爰此掀露萬物之所以此疆彼界，僅有歷史之含義而已。因人類世相因襲地球與至善，非獨傳授政治與暫時之因素也。故科學之有教於人，亦良多矣。人必如此訓導聰明才智，足與自然之需求漸次交

善，始能中止奮鬥，完盡勞作。

上述猶爲科學革命之表象也。科學知識之內部亦有反響。相對論、量子論與原子物理學在理論上之發現，已代吾人對於生活世界之理解，解決基本重要問題不少，對於吾人之倫理、藝術以及宗教均有深大之影響。暴烈之物質主義 (materialism) 在前一世紀頗盛極一時，現已發生新的調合，不復如舊樣矣。解釋此種新知識與理解者，當推甄斯爵士 (Sir James Jeans)，艾丁敦爵士 (Sir Arthur Eddington)，米勒根教授 (Professor Millikan) 與斯穆次將軍 (General Smuts) 等爲最著，均以破舊之觀念主義之哲學 (Idealist philosophy) 爲背景，着手解決諸多問題，其說中雖多觀念主義之色彩，然以默示不言，故不甚刺目也。鐘擺已蕩往相反之方向矣。十九世紀迷信物質主義，任其獨斷橫行，若宗教然；故今日偏往觀念主義，實其反動耳。

必先充分認知歷史之傳習，而後始能盡如所願，妥善估評新知識之意義焉。科學原係社會運動之一個部分，亦發而爲滿足社會目的者也，凡欲科學成爲純粹數學，使與社會運動完全隔離者，其結論必甚錯僞而極有害。

當代科學家斷論宇宙乃無定之偶然事象所組成之幻變體耳，建築之者即純粹數學家，因其心靈中有大智慧，足使科學頭腦之活動，不集中注意力於外在現實世界之紛紜矛盾之萬象，而作消極空幻之默想。

科學實驗室一如社會戰場，思辨 (speculation) 與理論均於此發生之，並有實驗之真確部分加以證明。惟有合乎實際之理論始能存留。思辨實非人所需求者，因其不能實地試驗，純係孤立之字句組織，乃理論家之娛樂遊戲耳；然而值一危急轉機時期，若沈溺於此種遊戲，則危險甚大，反動亦必加多。

吾人常易淪於思辨而不自振，隔離心物使不連貫，於是特此隔離方法，架造精緻建築。更因宇宙有變化無窮之原型，乃有生物學，化學與歷史等等模式之分。近代學校均高聲提倡「隔離」以互相標榜。故學校教育中，當以高等教育爲尤，開設專門「系科」，儼若此種系科自有獨立存在之範圍，儼若專修系科內之課目即可得其精義者。大抵專家研究，年事深遠，則此研究乃成主系，吾人常名之曰：社會文化，而課目均爲輔佐，不佔重要位置。少年學子開始學校生活之初，卽已有高深專

門化之準備，待入高等教育，猶以精銳專門深進爲己任也。學子既充教授，恢復學校生活，於是又使製學方法更精進一步。歷數次實地「概化」(generalization)後，勢必創製精密之哲學名義，使與「爲科學而科學」等等訓言，符合一致，儼若任何研究，皆自有其完滿之目的者然。

淺及「價值」，乃險事也；因彼尙無絕對標準，足資憑爲估評。吾人各有價值之標準，實與吾人物質之享收，心理之訓練極有關聯。在一科學運動中，常分數學、物理學、化學、生物學、心理學、工程學等等部門，各部聲氣不通，故各部運動所屬之價值，與全部運動又極少關係。各部自循研究之途徑，自樹重要之標準。今日之情形即在諸多研究範圍中，專事獎勵直接關係於工業應用之學科，實一險象也，此舉固足防護一時，但不免使各科自建價值體系，而科系間反不能調協一致矣。科學家果識科學運動具有社會根源與社會功用，此種調協一致當應使臻於成。然而迄今，猶無此種調協一致之學術體系焉。

本書作者甚願概略申述科學運動所憑恃之背景。若識科學運動具有推進社會之特色，吾人乃可估評其用以擇取利於科學分析之世界變幻現象之方法，乃可估評其用以處理現象之主要

器物與工具之性質，以及科學真理之標準。此舉尤可十足示明科學目前可加證斷之範圍，並可暴露當代解釋者傾向觀念主義之真相，因彼等多宣稱科學並不假借任何名義也。近年來，數學家最佔優勢，其所用之名詞已充滿實驗科學之範圍，諸解釋者認為數理物理學（mathematical physics）似已成爲獨立科學，其中關於世界之事實俱經檢算證明，非由觀察與實驗所發現者也。於是論述愈見抽象，符號愈見實在，此輩解釋者乃重行解釋所有物性，據此申明宇宙當有新神祕在焉。數（Numbers）原係性質之量度耳，現已脫離其背景矣，科學既受數學之篡奪，亦只處理表相構造，而宇宙以此愈不爲吾人所了解矣。數學符號之性質既多益於科學進步（解釋仍甚紊亂），復有明確表述之能力，余已盡述之於「論數學」章中；余作此章，惟願不諳數學者發生興趣，並使其能深進賞識如何採用數學方法，作爲科學發現之工具云。凡對第三章有深刻了解者，始可閱讀次章，該章對於科學推算之範圍有所申論，並及定命論（Determinism）與自由意志。余所採取之立足點，極明顯示於第一章與第二章中；尤顯見於第三章，因余所稱之隔離法（method of isolation）於此章中說明之耳。『隔離』與『孤立體』（isolata）兩詞，與哲學家所用之

「抽象」(abstraction)或「排他」(exclusion)相較，顯係新法應用，余亦無庸有所辯解。因哲學家所用兩詞另有命意，與本書所用者完全相反。除此兩詞而外，余在此所用字眼，與各門科學所用之意義，悉數無異。且余之用義尤較廣函。

目次

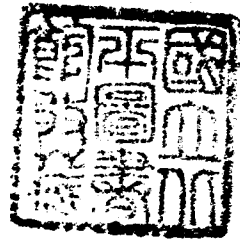
第一章	變化模型	.....	一
第二章	梳理線索	.....	二二
第三章	科學之后——數學	.....	五五
第四章	科學定命論	.....	八五
第五章	科學——社會之冒進	.....	一二一

科學的世界

第一章 變化模型

第一節 本書所述之事例，蓋非一定經歷詳細批評，而猶能立足者。世無此種事例，亦永不能有此事例。世界並非單純事件（events）鑲嵌成之圖案，此種圖案但係幾何模型，可以精細拼成，毫無裂縫可見者耳；亦非獨立完密之機構，裂散聚合，極能自由如意者也。常識視世界為一大交相混雜之動體，內具無數秩序井然之碎縫。故此問題一經提出，猶不能有答案，甚且不能言此問題是否合理。提出合理之疑問非兒戲可比，此乃盡人皆知。故提出問題，需有專門之技術。歷代以來，咸認此種問題之結構，可以決定未來所揭載之景像云。

謹敢保證若干年後，仍能墨守其目前採取之態度乎？若干年前，彼或另執一種觀點，固自以為



公正確鑿。吾人猶能追憶昔日固執信仰，毫不計及其正確與否。此種追憶，雖無與於信仰，然亦足徵吾人眼界，實已發生變化。欲觀信仰爲進步抑退化，則需約略標定信仰之時代。信仰乃吾人歷史中之事件，亦爲吾人分界石也。汝能回顧一列路標，而識汝所逐步經歷之現狀；並能察覺汝今所詣之地位。汝雖有志，欲與所歷階段，脫離關係，然汝必不能爲，因彼階段皆爲汝之部分，兼爲歷史上變化物體也。朋友輩交相往來，互留痕跡。於是觀念漸次增大，遭受經驗之煅煉，乃更純粹。青年誠質柔和之友誼，化爲壯年嚴謹理智之心情。青年既識世故，血氣初定，則其熱情不復見矣。吾人乃在世界連續壓迫之下，不知不覺間緩緩展示內在之新經驗焉。故吾人非僅變化於現階段之物。吾人亦爲意識生活史之全體。

余更不願想像吾儕乃一個人經驗之孤立線索。此線所屬原素交密織爲布匹之紋理，連續穿透一列環境，而此環境，乃吾人當時不可脫離者也。吾人反省於內，必有物體表象於外，漸隨童年啓始，經歷少年以至於壯年，時階連續以降。發無生窮變化。吾人各自遺傳一大社會環境，家庭學校，戚友，科學，音樂，文學，宗教，監獄，職工聯會，職業，社團與法律。此種制度常先吾人存在，雖經歷代習俗奠

定，然非一成不變。當吾儕呱呱墮地之初，此種有組織有定限之制度，即已影響吾人，細密限制吾人之行爲，色染吾人思想，用以標誌吾人自己，標誌吾人之朋友與影響吾人之物力。若謂吾人世相因襲社會機構中之強固制度，則言出有誤矣，實則制度相因襲吾人也。吾人降生既傳授得制度，而制度又反鑄塑造吾人。吾儕觀此情勢，實覺自駭，因吾人乃其創造物也。吾人有制度所屬之戒律、宗教、政治以及語言。彼有吾人不能說出之字語，吾人不得透解之思想，吾人不能聲張之批評，更有吾人惟能暗思默察之身體器官。彼有習慣與禮俗，酷行與粗暴，吾人日常慣熟至極，竟不之覺矣。若彼對吾儕有所指示，吾人皆不能見，亦不敢見。雖然，彼仍非劃一不變者也。彼有階級與羣體之分，又各有風俗、正義、戒律，以及慣尚之假定。彼有階級區分，階級習慣，以及階級文化，而充斥於此社會構造中者，又悉爲野蠻祖先在歷史上遺留之殘跡。例如生死、婚葬、宗教等，皆各具有歷史之儀式。

吾人生處科學昌明之世，究近原人幾許，猶難明言。吾人距原始野蠻時代幾三萬餘年矣。當汝坐此讀書時，可以想見祖先行列，沿史系魚貫而出，皆不自識其有父有祖，世代繼承者也。此一行列之存在，惟汝近鄰始識之，然而，猶不見其有何要義。數百碼外，有一原始農業脫穎而出，行列達於此

境以前，其隊員猶與遊牧之野蠻人略無差別。沿此行列，遠溯至數里之外，則人類之家系在焉；其時猶近猿類，毫無文明遺跡，足與吾人今日所誇耀者互相比倫。此處尙在呼聲所能及之地。出此境外，則有凶悍之動物，皆係倥傯暴烈之魔王；今日或仍有人向其滿腹疑團之聽衆，申說當時世界萬物試驗動物，戲弄動物之情形，正如今日動物試驗吾人，戲弄吾人者然。言及吾人，乃近代文明人也，然而殺人遍野，餓殍載道，爲狀之慘，尤難拯救。此一時代雖因科學知識境限而直追進，然仍瞠目張口，徒自驚訝疾病死亡，乃天道罰使全部社會階級，陷於永久之困乏。彼等創發天道之義理與說明，正如其證明世界殘殺，具有倫理要義者然，皆振振有詞，源源多理。然而彼等亦一歷史中之插話，一幕劇景耳，固自以爲達於知識經驗之極點與全局也；姑不論其高超幾許，其理解之範圍仍未出乎神祕之境。個人之煩惱，精神之錯亂，幻夢、預警、商業蕭條、失業，黑人之受苦與種族之抵觸，個人與宗教之經驗等，依彼等觀之，固自成爲一大反覆無常，神祕不解之宇宙。

此宗人類之歷史桎梏，人類不可脫除其束縛，猶之爾我不能分離個人過去之歷史然。吾人乃其因素，當吾人遇及新問題時，其偏見、慣例、謬解與獸性，俱反映於吾人之行爲中。歷史乃時代相承

者也，吾人每處一時代中，但重個人與全體所有之學說、宗教、哲學、與論理；獨不顧及此學說、宗教等，乃反映吾人在歷史中所處時代之觀念與信仰。展陳於人類活動全場中者，不獨歷史之階梯也。此其全場底線之一耳。無地理之歷史，猶之無空間之時間，世不有也；因一族之歷史，或一國之歷史，皆必深蒙其地域之影響。兩者絕不能互相隔離。凡過去生於低窪之土者，必覺有稀薄之氣層，環繞其四圍，其薄有如蟬翼然。處於此狹隘境限中者，必蛇行摸索，萬方試驗，四處窺探，繼由窄狹之經驗，形成其宇宙觀焉。彼既星散羣居，乃在經濟上形成孤立集團，爲數甚多。初以地理之背景，劃定社會構造之界線，各創立其制度，各建設其歷史。牧地與沃壤，港口與漁場，鑛產與森林，各使社會異型，後因人類需求，乃有用具與機器，科學工具，海上、陸地與空中之交通，電報、電話以及無線電之進步，致使經濟孤立之社會，頓呈不安現象，茸然崩潰，於是社會與工業團體間之利益衝突，裂痕畢露矣。狹隘地域中建立之傳統制度，皆各根據生產與分配之社會形式，而漸發展成立者也，待環境迅速擴張時，則覺制度過於滯笨，難能適應新興之社會。故人類世相因襲者乃全地球，非僅其孤立因素也。物質方面既生衝突，於是理智方面乃生矛盾之哲學，於是諸多更大問題方始萌生。

窮苦兒童視世界爲一列無盡之磚縫與茅屋，若其行爲與思想均甚過激，則視世界惟有財產與需要之惡瘳相見矣。工人之世界乃一大充滿皮帶與滑輪之工廠，營營生產之世界也，而其自身則爲此機構世界中之一齒輪耳。商賈則視國民均係家庭主婦。財政家視宇宙爲證券交易之大旋迴。總之，民族乃以國家之財源爲基礎，個人乃反映其生活環境者也。吾人悉爲歷史與地理環境之創造物。吾人慣嘗海水滋味後，始能隨船充當水手。

當吾人說明此宇宙觀或彼宇宙觀，爲實在界之正確描狀時，若視此爲金科玉律，則誤解歷史與地理之初義矣。無論其肯定與神聖之程度如何，終無所謂金科玉律也。凡考究一學說，需深察其歷史背景，深察其時間與空間之環境，此乃永無終結者也。吾人身居空時配景中也，吾人乃人類世系中永不可少的鏈環也，吾人乃社會環境傳遺下之創造物也，社會構造乃聽受地理事實所支配者也，凡此諸項新穎發現，實爲十九世紀科學所造成之重大變化。

第二節 或謂此項新發現皆變遷之沙漠，不足據以建立人生觀；人不可須臾無堅固立足之基礎，更必先承認有永久不變之原理，而後始足言理解四圍世界，舉凡次於「絕對」(Absolute)

者，皆不足謂爲圓滿物也。竊以爲所謂人求永久，信或有之。科學即會有此爲動機（*Motif*）焉。實驗之搜尋確實性，無異搜尋事物中之永久性，昔日，科學所欲創發者即此不變之定律。科學亦曾大膽屢作推算，儼若有所謂永久性之原理在焉。當其時也，科學創設「絕對」概念甚多，稱之曰：不滅律（*Laws of Conservation*）；其中有物質不滅，動量不滅，能量不滅等，原理則有：最小作用原理（*Principle of Least Action*），最小功程原理（*Principle of Least work*）。科學在其「絕對」概念未允加入知識體系以前，嘗恃其原理、學說，以及定律，在困苦艱難中，開闢蹊徑也。其標準即變化之宇宙，原理祇其試探之方針耳。

更有人焉，以爲科學不能作終局之判決，故此原理不得謂爲永久性者。駕乎科學論述境上，宇宙尚有所謂絕對目的（*Absolute Purpose*）存焉，人類盡瘁心力，奮勉揭示者即此。更有至高無上之辯證學者，彼不獨識無窮小之宇宙詳情，尤覺宇宙乃一連鎖貫通之全體。此一絕對不變之存在（*Being*），迫使吾人向善，避除邪惡。人類靈魂反映神聖之目的，故較物質高超；人乃其自己命運之自由主宰也。

凡此諸說，與科學之見解，條理完全不同。其說多爲一成不變，令由上頒，亦不適合實驗之真理標準，實驗猶需聽其指揮焉。科學之庭院則散滿無數破碎之原理，此皆爲一簡單事實所攻毀者，因科學世界，亦如實在世界，乃萬象紛紜，百事更新者也。科學之勢力即見於此，因其與現實世界能相一致。道德與宗教之絕對信仰，其構造乃最初造定，不受任何批評，其加於變化之社會也，乃令由上頒，非議由下建，其與科學不相融洽，姑不論其對於個人有何精神上與物質上之安慰，因其擬想生命事實，內含物質世界事實，皆可強納於嚴厲規定之體系也。科學運動曾歷數百年之久，即欲脫除此種牢困人類之擬想。觀乎今日科學家之著作，此種解放運動猶未完結，能不令人嘆惜哉！

科學運動，如個別之科學家然，亦不能完全離其過去而自立。科學運動本身亦一社會生活之表現。社會昂進，始有科學運動之成長；科學運動有此昂進之社會爲根據，始有效力。故科學運動非僅某一時代之科學家之總匯。一切大科學家之說素，不必定能悉數容入科學知識之體系。孰宜孰不宜，自有判定之標準，而標準又有其歷史上之長成。若以憤世之心情，反觀科學運動早期之暴燥熱忱，則知其係一經驗之運動也。彼當憶及其昔日有點金石、電流、燃素 (Phlogiston)，更有「以太」。

此乃小心謹慎從事，未足言爲一大運動也。若冷靜注視各個科學家，則只暗中盲目摸索，非運動所循之正軌。但無一人足以代表運動。各係一面鏡子，雖能反映其所附從之運動局部，但所反映之形像已被個人之經驗與歷史所色染歪曲，經驗與歷史又與個人不能分離。運動則超越個人，個人若以偏見私意，加於運動，徒自迷惑耳。惟有天才始能駕馭運動，然此天才又如鳳毛麟角，奈何。

吾人生命在個人歷史中雖爲一大章回，但在社會歷史中，僅佔一小篇幅耳。當生命達於末葉時，爾我個人之經驗亦必消逝，然就吾人之見解言，亦只說明吾人如何反映吾人勢必淪入其歷程與運動中之變幻世界。雄偉之大綱決不概述個人所示之世界經驗，而述宇宙之變化模型，透入個人意識之情形。個人經驗或羣衆經驗，縱能有任何重要之總括，但決不能視宇宙與宇宙史，乃此兩種經驗之一所構成者。經驗非原料，吾人經驗乃無數最後之效果。汝非完善整個之全體，故不能登人湖上之奧林比亞(Olympia)高峯，俯瞰山谷中之世界。汝亦人羣中之一部分，追隨衆生與物力，漂來蕩往。汝猶空中之粒子(Particle)然，亦有歷史，更有意識，終身不能脫其束縛。汝之歷史乃人羣中之個人史，乃所謂「運動」大潮流中之個人史，而此「運動」又爲所謂「社會發展」更大

運動中之一部分。無物能解脫其環境之束縛，若風中之草，岸間之流，皆不能之。研究科學者不能離開科學運動之影響，等於科學運動不能離開社會環境，若脫離社會環境，則不成其為社會之重要因子。研究科學者係科學中之小指針，猶如科學係社會生活中之大指針。然而吾人當研究世界時，常視吾人儼若獨立之實體，完全與萬物相隔離。於是吾人之身外有樹、有屋、有動物與人類。吾人目覩外界所發生之事件，如個人談話，動物行動，機器咻鳴，花放香味等事，似與吾人固無關涉。吾人對於事物，完全外在。於是吾人立於特殊地位，儼若公正之觀察者，研究運動與行為焉。吾人若不顧及偏袒問題之事，必各自以為見一全部客觀之宇宙，完全與個人無關矣。目前各應產造見解，並使一切調協和合。吾人在說明中不居操縱地位，因吾人皆係心平氣和之觀察者。

對客觀性(OBJECTIVITY)作如是觀，誠屬大謬。吾人果能卓越獨立如上述乎？此即猜疑吾人之思想與批判，均受有生以來所歷環境之染色也。甚且吾人之身體，亦非所想像之單獨物體。身體可以分裂為一團恆久變化之粒子，粒子有屬於海者，有屬於氣者，有屬於雲者，更有屬於地下之物料者。曾屬於爾身之原子，現或已屬於我，或已屬於地面遠方之動物身體。蓋吾人乃無所不食之動物。

也。近代物理之天文學，對於太陽系史之理論，果屬可信，則吾人可以遠溯宇宙系譜在古代之化學情形。太古之世，蓋有一大運行極速之星辰，忽由遠空墮入太陽引力境內，其爛過也，太陽邊緣乃裂去一團熾熱之氣體。由此所謂偶然事故，發生地球；雖屬偶然，固無異於宇宙其他事件。姑無論其爲偶然，定命，抑爲勢所必然，但組成皮肉血骨之物料，必有一時期，存於數兆里外，來自太陽中心者也。人體實一團駁雜分子之變遷耳，致於其血色之紫，種源之低，乃屬社會，與化學無關。吾人不獨爲國際主義者，且爲宇宙主義者。

吾人態度現仍過於偏狹，不足改變吾人世界之歷史。余在此書室中，可以顧念老友，見有隨伴多年之書籍，桌椅以及陳腐煙味仍如舊也。余忽合掌，因得一點空氣於其中，此乃書室中之空氣。其中甚多目不可觀之分子，但分子在數日前之遊蹤如何，誠難述矣！有來自撒哈拉者，有來自地極（Pole）者，有來自大西洋者，不一而足，一羣雜亂之分子，或於一星期內，由耶路撒冷遊至馬達加斯（Madagascar），擁擠於此掌空之分子，其來路或較世界城市路旁之分子更遠而大。

第三節 吾人鳥瞰四圍世界之初，儼若以爲吾人在物理上，爲單一、特異、而永久獨立之物；但

亦反省，則在化學上，發現吾人絕難脫離變化之環境。故稍一反省後，吾人個別形體之同一性（*separate corporeal identity*），乃不見矣。然而，設使吾人類似物理之永久性係一幻想，設使吾人身心之習慣，嘗受吾人所歷之生活史與社會制度史所影響，設使習慣漸次養成，綿延開展，最後力欲保障吾人之人格（*personality*），使與宇宙其他部分互相離異，果其用意如此，則吾人所展視者即此諸多因子之組合體矣。

此見誠然，但在吾人所居之世界構造中者，在分享權利之社會中者，在部分構成之歷程中者，僅一人格也。吾人隔離宇宙其他部分，未有不墮入幻覺空想中者，故在思想方面，尤不敢爲之。有一個別實物於茲，可以足踰地板，地板乃屋之一部分，而屋又爲地球之完整部分。世無完全孤立之實「我」。任誰可以憑藉想像力，假設其本身在空間範圍以外，遠離宇宙之物質部分，孤處於空間時間之外。然此僅一純粹之想像耳。竊所謂「我」實與變動之物質不可分離，物質雖崩成齋粉，仍具吾人所名稱之意義。蓋因若干部分經過一段時間，似甚組合一致，則此組合部分便得一名稱矣。吾人對於現實世界之無生命物，即以此法命名。有一香煙於茲，吾人視之，則一撮煙絲被包捲而成紙

筒。吾人概括全體而名之曰：一枝香煙；然果真有肖此香煙之物乎？香煙夾於指間，指生於手，手聯於臂，臂屬於身，身居地面。會無一人目覩香煙本身，吾人對於如此香煙，自亦不知。但取此組物料，名稱之曰：香煙，固極方便。蓋有此方便之名稱，吾人乃可在社交中，向他人指陳某某組合物，指陳宇宙之事物。但香煙自亦宇宙之事物，若詭稱之爲孤立體，脫離廣大宇宙而獨存，顯屬純粹之幻想。現時香煙發生如何事故乎？彼已變換表象，長度亦已縮短。少許白灰蒙其首端，煙氣瀰漫全室。而今香煙果何在？彼在吾人目前已大變化。五分鐘前尙稱一香煙也；而今此煙尾，此煙灰，此煙霧，果爲同前之香煙乎？

譬如一桌，堅固不變，與香煙絕異。人皆以爲一桌既成爲桌，便永久不移。但吾人所稱之桌，亦爲宇宙之事物也，果爲永恆不變之物體乎？起視香煙，已在吾人目前變化。吾人若能運用高倍之發大鏡，細察此桌，則知桌子遠非永恆不變，其偶變之情形，均出乎常人之意料。桌之粒子 (Particles) 漸被擦去，復有其他粒子前來填補。桌子放射潮氣，吸收潮氣。吾人果能審慎出言，則不應詭稱此桌乃原桌也。此桌已有變異，雖與他桌相似，但仍不同；設爲同一之桌，亦爲有變化之同一也。其他事物，莫

不如斯。過去數分鐘中，爾我均有變化，今既各有名字，名字經歷時間而能不滅，於是吾人常自迷惑，以爲所名之物，固定永恆，亦經歷時間而能不滅。竊以爲此見誠屬大謬。吾人若能回顧，當知吾人過去之狀況。吾人乃環境之完整部分，乃環境之事物，而環境又在連續流轉之境況中。故在兩連續之剎那間，無物可以佇立不變。

吾人若欲正確賞識人類知識之真象，則自我孤立之錯誤，靜止存在之錯誤，均應立即一刀劈除。但劈除此種錯誤，至極困難，因吾人野蠻祖先首創文字之初，宇宙物體永久獨立存在之幻想，卽已充斥語言文字，習慣既久，根深蒂固，極不易於改正。一切名詞與人稱代名詞，乃使吾人淪入任意分析之陷阱。吾人先應理解自然齊一之概念，而後方知所稱之四圍事物，吾人自身亦非例外，均係自然暫變之部分。

第四節 若恐所說淪於空泛陳腐，則應明察吾人所達之階段，以資考究吾人將趨之方向。宇宙乃吾人據以研究之資料，故宇宙必爲既定 (set) 存在，而合乎常識與經驗之日常世界。乃一有歷程之世界。人類雖有變化之特色，但爲宇宙組織之要素，難析之部分，顯與宇宙全體極有差異，

故人類在思想上亟宜隔離宇宙，儼若獨立事物；竊以爲此見伏有危機，再就人類之歷史與地理兩方面觀之，彼乃種族運動與個人三者交錯之模型，每一種族運動與個人乃大模型中之歷史線索（*threads*）。個人與其歷史亦有如是之差異，個人自身常與大運動相隔離，儼若一獨立之整體，自獻其特殊之經驗；大宇宙之景像亦由其感覺攝入，於是乃成其宇宙觀。此種宇宙觀可以被其當前所處之環境色染，所取之宇宙樣品亦極偏狹，前已明言之矣。但此宇宙觀更有個人之虛妄謬見繫焉。其一名曰：語言與社交，此乃個人用以表達經驗者也。此種語言自有歷史之沿革，亦一社會之資料。其中含孕甚多默示之假設，此種假設常能引起錯誤之說明。且爲過去狹隘經驗之遺物。吾人早已公認此種假設有百害而無一長。再有所謂幻想（*imagination*），亦一虛妄也。此種幻想吾人雖罕識之，然其唯一功用，即在認識隔離之歷程。器頗犀利，但極危險。人若以之爲武器，則必視自己與宇宙其他，互相孤立，更認世界爲一客觀實體，其本身儼若外在，與世界絕無關聯。此見誤矣，人實內在於宇宙；彼既部屬於宇宙，則不可超越之而存在也。最足障礙吾人者，更有一大虛妄在焉。通常咸以爲個人藉感覺，賞鑑宇宙；但別有人主張全宇宙，乃其個人幻想之虛構，宇宙離開個人，則不存在。

故宇宙與個人休戚相關。極端客觀論者主張個人完全外在於宇宙。極端主觀論者則以為宇宙完全內存於個人之心靈。鄙意度之，吾人完全內在於宇宙，吾人所求答覆者惟此問題耳。世界歷程如何。挾個人而下。耶？宇宙乃『生存』(to exist)一詞之主體，其質動而非靜。故其存在，可無疑議，惟吾人對其歷程之解釋，已如上言，可以錯謬百出，迄無定見。

或者聞我言，將從而難之曰：語言已如子之置疑，不能作為闡明自然萬事萬物之完具，然子全部論說之基礎，即以子所謂有缺陷之語言奠定者也。竊以為語言不能發達至於盡善盡美，則對此非難，實無辭作答。人類乃從混沌一團中發源，開闢蹊徑，故其出發點誠不明瞭。然一追憶，語言終屬一種工具；而工具史示明粗笨之工具，未嘗不可磨鍊精製，使成細巧之工具，故此點尙堪吾人告慰者也。石器時代之石斧雖極粗劣，實為今日科學精密儀器之先導。吾人首先打成粗笨之石塊，後來漸知磨為平面，使成百萬分之一吋厚薄。種族之經驗增展，於是盡掃昔日無效之特徵，而自新創特徵，陳腐字眼之意義乖謬，漸成廢語；而有新穎精進之字眼，取而代之。故語言工具本身即發現之武器，用來漸次努力，獲得真正之語言。技術史即足示明語言精進之歷史。

是章所述之人，既有恐怖、偏見與傳統之錯謬，而性復近獸類，則其判斷與理解，果足描繪宇宙乎？其描繪宇宙必甚偏曲而無恆，常與時俱變，不甚穩定，亦必錯謬不堪。彼雖不幸，錯謬若是，然吾人力所能為者又僅此耳。雖係人所描繪之宇宙，然又非人所能避免之宇宙。於是人之說明，乃有兩種可能之趨向。一即趨向人之幻想、恐怖，與其原始驚異之心理，竊以為此乃危險之基礎，不足取也。另有一途，即在申稱人屬宇宙之一部分，且據外來感覺而作說明；無論願否，乘必趨此一方向也。故此方向能供人以校核、試驗之根據，並能使人泊定，不致放縱過甚。此途雖為嘗試，不甚確定，但人必能因此而知其應完成之職責。

為何單由人與其感覺，而認知宇宙與其存在？耶人果非全部閱歷宇宙，而後改造之為論理一貫之全體乎？所描繪之宇宙果非由人之內在意識而發展為實在乎？由個人之知識、感覺與意識出發，果無宇宙源始之軌跡可見乎？人類心靈固為吾人知識之發祥地，一切說明之源流。不經由人類心靈之媒介，對於宇宙固亦無所認知。然則心靈（mind）果非存在之基本原料乎？此即觀念主義之主張。該派即欲根據個人心靈，建築宇宙。

觀念主義約分兩大主派，茲欲略加申論；因後此所提及之科學解釋者之著作，多具此種觀點。第一主派即主觀的觀念主義 (Subjective Idealism)。此說主張個人僅能認識感覺活動，感覺資料，以及感覺影響心靈之資料，除此而外，則別無能為矣。於是類似客觀之世界，亦成感覺刺激物所湊合之構造矣。此種態度雖被認為人類虛妄之一，但未必能完全抹殺。吾人適由另一極端出發，僅能承認個人對於所處之宇宙，確有反應，但憑幻想之作用，而使個人與宇宙完全隔離。在個人心目中，常自以為在人類中，既屬創造偉業之天才，又係癡妄糊為之笨伯。彼果不集智愚之大成於一己之心靈中哉？若仍有人附會是說，則彼必與他人完全隔離。此舉雖勇，但徒勞而無功。其實，世亦無此種主觀的觀念主義者。極端主觀若柏克萊氏 (Bishop Berkeley)，猶不得不假定上帝 (God) 為客觀外在之實體，而使個人存為上帝心靈中之思想。

此種觀念主義別有論旨，對於近代科學之解釋，毫無抵觸之點。此說所示之態度，亦與科學家及常人之態度同，咸視心靈所不可不信者，必與物理世界應有之情形相符。世界歷程必向前進，必依邏輯法式 (Logical Scheme) 前進，儼若邏輯法式包含心靈所能考定之絕對命題然。此說於

是提升先天之心理與邏輯之必然性 (necessity)，使其駕乎實驗證據之上。甌斯爵士著神秘宇宙 (The Mysterious Universe) 有云：「吾人若逆時間之流而上，途見甚多痕跡，待行稍遠，必得其源，在此時前，猶無現在之宇宙。自然包括恆久運動之機構，然非必先。天者，因其宇宙即其所不喜之大規模的運動機構也；」又云：「彼（熱力學函數 Entropy）仍迅速增進，故必有一起源；在有限之幽古，必有一時期，足以稱爲「創世期」也。」（神秘宇宙 原本一四四頁）

甌斯爵士尙未提及直接可定之證據，因其所討論之事件，遠在觀察所不能及之時期。彼今言及物理與機械之運動定律，始得此種證據。彼在生物與社會上，始發覺其腦部與合理必然性，現已成爲靜止之繪圖；彼但說明其「必」字之意義。現吾人既如此說明其現在之心理狀況，猶未指陳此種狀況即過去創世活動之證據。彼責任取純粹心理之活動，以試驗物理所不能證明之物質；故其「必」字太不完妥。

茲再有一信仰，聲稱人類心靈超乎物理世界之境限，其推理與邏輯之證明，皆足保證其所發現之物，皆必經驗證明無誤者也。此派代表公然不肯贊成主觀的觀念主義之哲學態度，但實主觀

的觀念主義之改頭換面。彼等鄭重退後一步，由「意識」出發，以備主題之進路。僅此一步之退，乃成客觀的觀念主義（Objective Idealism）。此派主張世界存爲客觀之實在，心靈外在於世界，單獨發生作用，單獨四處探索。甄斯爵士曰：「盡吾人之所能，惟有解釋意識爲存於靜圖以外之物，沿循吾人身體之世界線（world line），兩者始能互相結合。」又曰：「二十世紀物理學之最著功績，即在承認吾人迄今猶未接觸之最後實在。」

此派之觀點，以爲隱存宇宙後之實在，永未爲人所知，因此接觸實在之研究竟遭破產。吾人所閱歷者乃現象耳，故心靈所創之圖，非實在，但表面之構造。心靈四處探求印象，於是綜合而爲物體，此非實在之物體，乃心靈之構成物。接觸實在時，真正認知之者，惟心靈也。心靈原料（mind stuff）雖爲吾人用以稱述常識世界之根據，然事物之真實猶一神祕之謎。甄斯爵士至此又曰：「竊以爲良可想像宇宙之內含，有純粹思想，伸言之，此乃數理思想家之思想。」艾丁敦爵士所取觀點，則全異是。艾氏以爲數學專使常識世界能抽象化，故以符號與符號關係代表抽象物，科學世界卽科學的宇宙全圖，乃另屬一種不實在之世界，有此卽足擾亂現象世界之常識。竊謂兩方態度雖異，但均

主張數學家之宇宙全圖，即爲科學家之宇宙全圖；此種主張已可安然固立，不受拒斥，因二十世紀之數學家，已勝過實驗學家，余在末章尚有申論，茲不贅述。常識所熟諳之世界觀，不獨在科學發現及新經驗方面，受得非議，在科學家解釋科學工作體系方面，亦受到嚴重之打擊。此兩派對於科學意義之說明，一雖緘默，一雖公開，但均堅決主張觀念論者所設之體系，乃科學發現所能適合之唯一宇宙圖式。科學家以爲科學工作之結論無足輕重，故不廣事提及。因結論乃哲學，非科學也。於是科學家儘可解決個人探討之範圍，凡好作結論之爭者之爭辯，不必注意，視爲微末之爭可也。竊以爲此乃近視短見。蓬勃之純粹數學，對於科學之說明，現已提出結論，在實驗科學家之領域中，已引起嚴重之反響。故科學家細察其步履之正途，此其時矣。

第二章 梳理線索

第一節 過去十年間，科學之邁進，實爲二十世紀之特色。其克勝自然物力，勢若破竹，生產方法亦有幾近革命之變化，更改進吾人對於時間、空間與物質之觀念，使與吾人日常所熟諳之觀念，能相接近。常人以此諸理論，恆爲奇情怪蹟之來源；其「真理」之憑據，即科學之實際成績，如電話、無線電、無線電照像，以及飛機等是。博識之士，便有其他疑難發生。彼嘗惑於引量微積分 (Tensor Calculus)，與非對易之代數 (Noncommutative Algebra)，不能深刻了解相對論與量子論，遂求上述諸家之解釋，爲之後援。觀乎此類問題之奧義，與夫其所作解答之革命含義，則其乞援之舉，實不能兒戲視之。空間應有限度。空時應組合爲一連續體。宇宙乃一水源已斷之噴水池。自由意志之活動與電子行爲無異。科學放棄定命論 (Determinism)。建築宇宙者即純粹數學家。凡此諸簡短語，皆已成爲科學上之常用詞句，若此詞語實指科學之發現言，則盛大之革命，勢必發生於物

理研究之領域

凡欲明瞭近代科學理論之哲學反響者，對於下列二事，不可不知。第一，余所舉稱之解釋者，多由觀念主義之哲學出發，討論科學之結論，均以爲科學，廣義言之，雖不能避免哲學問題，但狹義言之，科學巡可緘口無言。第二，解釋者中之最著名者，多不分辨數學之發現與物理學之發現。數學家既有專長與靈智，乃膺造一種思想利器，掩蔽物理學體系所根據之基礎，而科學與近代世界對於數學定理，亦爲之懷慄色變。

世人嘖嘖之科學工作，即余所謂內心的科學工作 (Internal scientific work)，其工作約可分爲下列三項。第一項即純粹演習之工作，此乃排列，類分與精確量算已知現象之工作。此乃分析化學家之工作，責在說明某種化合物中包含何種質素與分量；與夫驗溫器 (Clinical Thermometer) 之定量，金屬膨脹之限度，以及其隨溫度伸縮之變異；凡此種種，皆科學初步之工作。今雖不論此種手續之技巧，因其過於專門；然而斷定其他科學，皆以此精密工作爲基礎，乃合理之結論也。此時處置樣品，深察悉其特性，因而有重要之發現，嘗已不一而足。尙有補助此步工作者，即人所共

知之實驗研究。此乃在實驗室中，用控制之方法，隔離而展示新物質之特徵，以及特徵間之隱約關係。此輩實驗者可以查明人體腎臟之功用，豚鼠形質之遺傳，物質發射電子之可能，金屬結晶片滑過另一金屬結晶片之動作，空氣旋渦之起源。

上述兩步工作頗相密合，急切難分。工作者與其取得之材料，直接接觸。其直接覺知研究現象之手續，乃形成實驗科學之方法。工作者亦間或採用物理學之實驗手續，說明其所用敘述之語言，所用「說明」事端之概念；然而始終運用尺上與鐘上之數字，表明其量度也。吾人於是轉入第二步工作。此步工作即所謂實驗者之研究，工作者欲親切接觸所考究之「原料」，證明原料之特徵，而所用者即實際物理學之方法。彼不空論存在之特徵。但以物理方法，示其真相。若論有所終，遂證明討論之步驟，討論之物性，必與其存在以及地位之分析活動，適切相符。需知實驗學者之邏輯，具有主要之物理性質。數學證明若無物理經驗為之後盾，為之校正，遂亦難能成立。

第三項科學工作，可以稱之曰：制律論（Theory of Law-making）。此已入於思辨之範圍。前兩步所成之各方實驗證據，皆被據有並加以校正。概括學說（generalizations）若屬可能，則各

組實驗之資料，大可合併而爲一項。科學在此境內，發生甚多極壯觀瞻之進步；概化一組實驗資料與先天假設，乃成牛頓氏之運動定律；萬有引力律非由蘋果墮落之傳奇而成，乃據提柯布拉克（Tycho Brake）與凱卜勒（Kepler）之天文觀察資料，而概化成者也；他如法拉第（Faraday）與馬克斯威爾（Maxwell）之電磁作用律；質量與能量之不朽律；原子論；進化論；門得爾理論（Mendelian Theory）；原子之電子構造論；相對論以及其對於時間與空間之理論，無一非概括學之說。

尙有實際研究之用具，皆有補助於此三項科學工作。在科學實習之策動力下，始有創作、發展與精製科學工具者，相繼而起。數學另自有其廣寬之範圍，數學技術乃雜零狗碎，多方分散者也；有爲物質科學需要數學表式而產生，有爲數學本身要求增進利器而產生，未聞任何數學家能發展得一合理、完滿、獨立而隔離時空限度之數學系統。今日若能討求「絕對」永續不懈，亦必策動數學進化。故數學現已稱爲「科學之后」矣。

復有應用科學之專門技術，生產之用具，大工廠，小工廠以及電力廠之機器，一方面因科學應

人類社會與物質之需求而產生，一方面因科學發現亟需應用而產生。

若謂科學工作既分是三大項，必有互相孤立之三大進路，則見解誠屬大謬。是遠非真正之題旨。實驗研究既有影響於科學運動，末有不進而作理論之追求者。科學實驗非暗中摸索而成。每一步驟皆有先進爲之指導，直接引往理想之目標，間接則蒙科學運動之曙光，與以引導。

科學最後之發現，往往能一反前此之料想，例如邁克爾孫與摩勒 (Michelson and Morley) 發現光之速率，不因其順逆地球運動而有增減，於是求得光之速度。然而實驗之成立，必有一種理論始發其端，其結果之說明，與其在科學領域中佔據位置之解釋，均以此種理論發表之。實驗乃理論之證據，雖不必有數字，然大率爲數字。屬有數字之理論，常以數學名詞爲之結構。是故各種技術、實驗、理論與數學之研究，皆互相連鎖，爲要更深表達各種研究之證據與性質，吾人始作如上之劃分也。

第二節 常識世界有兩種現象。一曰：永恆現象，一曰：屢變現象。綿延流轉，運動幻變，乃日新而月異之世界也。萬物曇花一現，流轉不住，卽其本性。吾人所識之世界卽此，吾人所居之環境亦卽此。

吾人實其主要部分。人類在環境中進化。似極顯著，絕不能與環境混雜，故與寰宇流轉之歷程，互相區別。空間、時間與物質則兼具之。人類何以至於有此區別，乃進化論中深有趣味之問題。或謂此種問題，與變化世界影響人類之兩種特徵，極有關聯，非不可靠之論也。

有時變化極滯，若其速度與人之運動或反動適切相當，則變幻不定之環境，乃有永恆不變之表徵。執此永恆現象，乃稱之曰客體（Objects），所備名稱乃慣用於語言；歷代如此創製，如此沿用，乃成固定之物。孤立客體之存在，必永佔據一定境域，使吾人舉目而知有空。間。其他表徵又為另一種永恆物。萬物雖有生有滅，來往不絕，但其表現與消逝，皆有定序，亦有固定物象，此即可以有再生之可能之物象，太陽東升西沈，時序週而復始，能由此一步驟之世界現象，推知第二步驟之世界現象，當推時。間。鼓進之現象。吾人亦可如是執個人，視為同一不變，視其歷史為運動之歷程；於是吾人乃可判定靜觀之世界現象，更可計劃分佈空間中之物體。

分隔佔據空間與時間之物質，視其為獨立孤伶之物體，乃人為之事。人遇物質，始加分析，故此分隔乃人為也。此非暗示空間與時間不真存在，與其謂空時為虛構，毋寧謂分隔乃人在其經驗範

園中，由世界歷程取得之性質。當人分析四圍宇宙時，乃見此兩隔離而孤立之世界現象。雖名之曰：常識宇宙觀，但其普遍，未盡如其所期望者然。人之經驗自屬有限，但在狹隘範圍中，迄今猶未閱歷無時間性之物體，亦無離空間物體而存在之時間，若鐘面之長短指針然。空時併存，乃由世界變化歷程所生之互相補充體系，暫時假定其有獨立性，固甚合理；但在實際上，人類迄今亦未嘗見宇宙中有何物，使其期望時空能互相隔離也。

第三節 吾人似可再分時間。鐘擺搖動，所鳴之時數，每一晝夜，莫不相同。於是吾人可取鐘擺，爲共公之時鐘，記算其鳴時之數，乃將時間初步劃爲間距。時間常以大事件間之一事之連續記錄表示自己。時間惟有單一方向，此卽數字增進不已之方向也。艾丁敦好用「時間之箭」一語，以名時間之方向，若謂時間方向不必前進，或可逆退，是不啻承認時間，與其想像所據自然展示之過程，完全隔離而獨立矣。時間方向隱存於構成宇宙之事件系列中，而單一方向之時間（unidirectional time），卽吾人由此系列取得，規劃時間者也。故時間與時間之箭絕不可分。艾丁敦在所著物理世界真詮（*Nature of the Physical World*）中，對於時間序緒可以逆轉之說，極盡調笑之

妙，並認吾人對此猶未認知。敘述自然界機械歷程之數學方程式，除開熱的歷程而外，若時間確實逆轉，則均可以妥切解釋。此一事實最足使時間逆轉之觀念，特能成爲實在問題。此種方程式但言世界機構有聯續運動，無分向前或向後耳。方向實無區別。譬如地球環繞太陽，其運行之方向即無定也。數學方程式對於時間之前進或後退，亦作同等主張。艾丁敦欲打破此種無定之現象，乃採用一種物理因數，作爲方向之標準，此即盡人皆知之熱力學函數律 (Law of Entropy)。此律說明時間向前增進，則工作之熱能 (heat energy) 總量漸次減少。譬如一列溫度不同之物體，若開動機器，導熱由高溫之物體，傳往低溫度之物體，則能 (energy) 亦依此程序減退，故熱之分佈漸次遞移，極稱齊一。以此定律，推而廣之，及於空時之大，則可由熱之齊一性，推算宇宙之死亡。先後之分，當依工作熱能之不規則的分佈，其系統兩端之能量孰大孰小而定。艾丁敦以爲量得熱力學函數，即可解決宇宙兩端孰早孰遲之疑難，能知兩端孰大孰小，俾可解決通常數學方程式所不能加以析明之疑團。

竊以爲循此理路討論，可以掀露研究實在世界之物理學，嘗與應用方式敘述世界之數學，顯

有異常之混同。時間與時間之箭，均係自然展示過程之表現，兩相密結，固不可分。此即表示人類頗識時間過程，既有存在，且含條理 (Order)。事件間之時間距離，常因觀察者之環境不同而有差異。此乃實驗研究之事實，乃個人量算方法比較而得之事實，但事件之條理，乃吾人所得之印象，且爲吾人所共同者也。條理確非屬於個人，而且離此條理之同一性，則吾人亦不能在科學中，運用時間概念。此乃人所發現，人所公認之要點（譯按即指條理之同一性）。設使普通構成之數學方程式，不能具體描述此種時間系列中之要點，則數學便有缺陷，人雖直接認知時間序緒 (Order) 中之條理，但數學則不能有何補救。熱力學函數律雖爲最有價值之學說，概括實驗事實，但非憑藉任何先天知識，而有合理之根據，其所據之基礎，惟廣大之實驗也。若欲創造若干儀器，以資觀察與實驗，同屬善舉。若謂吾人憑此定律，始能標定前後事件之分，此即暗示實驗者雖創造儀器，觀察實驗之前後，仍不能認知條理！數學家所作之方程式，但願羅括宇宙之變化歷程，造成精確公式，合乎推算足矣。數學方程式既無「時間之箭」之方向，數學家乃取熱力學函數之實驗定律，作爲補償。是以困難實由純粹數學自起。表現而爲物理宇宙問題，便成幻想之寫實。若數學方程式不能說明地球

繞日之方向，蓋因該方程式，使太陽與地球隔離天體之其他部分，並使暫時隔離其沿革迄今之過去歷史，而單獨加以處理故也。

第四節 科學猶常識然，出發之初，力事搜尋甚多系統，視其可以隔離宇宙背景，不稍擾亂系統之構造，與其表現之歷程。茲有一童子焉。童子一詞填於此語，即所以示吾人已施用隔離法，因吾人掃除其歷史、家族、家庭、以及國籍。吾人如此加以類分，使其孤立，冠以「童子」總稱，使與其他物體，不相混合。童子本身則又能分割而為孤立系統 (isolated systems)。察其毛髮、眸色、消化系統，又可形成次而新之孤立系統。隔離乃思想之嘗試，初為討論之精到與細察之方便，而有之舉動。設使科學量算未達極限，則此系統之形成，尙有改進之商榷。由髮之探討，可以究詰其內部組織，化學成分與原子構造。由此觀之，世間任何物體，皆為孤立系統，縱使不計其體積大小，亦無所用於科學實習，然屬可能之舉。此舉又有其他因子在，吾人迄今猶未言及。若如上所述，物體係一童子，則其一切附屬系統，自可視為童子之特徵、特性，精慎言之，可以謂為童子個性 (individuality) 之要素。隔離法雖精詳類分，但無損於個性或統一性 (uniqueness)。其研究物體也，單發露其孤立系統

之統。一。化。合。體。耳。譬如橡木製之舊桌，顯象雖多，但屬統一。余雖類分之爲衆所公認之範疇，隔離爲光面、木質與腳形，詳加討論，但無損於其統一性。

或謂科學方法，實卽分類方法，物體與其特徵，被劃分爲一團先天存在之配合物，故其本質卽物體之統一特徵，湊合適爲物體本身；然此物體異乎其他事物之點，勢必爲科學所不注意。若就一般之原素言，科學但能涉及表面之構造，不能深切體貼其內部之實質。科學乃有不能解決之一大神祕。縱使科學能將其所抽取之特徵，湊合堆集，則永不可再成原來之物體。原物之主要實質既失，其組織整體遂亦不見。余欲於本編中，略述科學方法之若干誤解。一切孤立系統，必有其統一之功用，始足稱爲孤立體，否則，斷不成其爲孤立，但爲附屬孤立體之統一化合物耳。謂其屬有統一性，蓋示其作用統一，別無他義；譬如點之運動統一，蓋以其位置變化統一故也。總而言之，統一性需求敘述之字句，更需現存之名詞，制屬所類分之統一原素。科學在此方面，則無所新創見。此實日常生活常識研究之方法，且含蓄於語言；因通常一切名詞皆爲一組（a class）之代表。科學亦曾大膽應用此種方法，其影響較「常識」尤大。

何物組成孤立系統，始有益於科學乎？吾人所談之特徵，皆有確鑿證據者也。茲有煙罐，置於檯上。罐爲圓頂。若棄罐本身，單究其頂，則頂之形像亦一孤立系統。果能如是爲之乎？設使我由桌面，移去煙罐，則頂之形像，仍係圓形，並無若何量度之不同。系統雖係中立，部屬於其環境，但在思想上，未嘗不能折離兩者。吾人若有其他不得已之衷曲，未嘗不可忽棄桌子。今日察驗罐頂，一星期後再察驗之，其圓形固無明確變化。吾人所擇之系統形像未變，惟其位置在空時中有轉換耳；爲科學着想，此系統既能中立，卽能真正隔離。余爲證明此種隔離，乃不得不訴諸實驗，以資佐證。量定罐頂之形像，而後始能證明其時間與地位之獨立，若欲量定之，則其與尺，勢必發生密切關係。設使用尺量算罐頂，每次量得之尺數相同，則吾人乃可公平斷定尺亦孤立，與罐頂發生中立關係。吾人慣知此種孤立系統，與量算儀器有關，但不知不覺間，僅取此種系統，當系統不可見時，吾人亦卽忘卻環境。

初視之，量算器具對於所量之系統，必需中立。吾人固不擇取赤熱之英尺，量算冰塊之長度，但在某種情況中爲之，亦無不合理處。科學工具，與其所量之系統，又必形成一中立之孤立系統。譬如用電流計(ammeter)量算電流。電流計，電線與電流形成一大孤立系統；否則量度必有「錯誤」。

電流計必被「擾亂」，而電流亦必受外力所影響。凡良好之實驗者，在進行試驗時，對於室內溫度之微變，微風，屋宇振動，實驗者身體發出之熱等等，影響於其實驗，皆有所補救。凡此諸端，皆方法也。用於不真中立之環境，始生效焉。此乃造成隔離法之實驗技術。在理論方面言，處理粒子、原子、電子、遺傳因子 (genes)、幾何之點、染色體 (chromosomes)、圓形、球體、惰性運動、動力等物，則更進而尋求孤立系統。凡此種種，未嘗隔離獨存，但科學必得破裂自然複合之過程，應用隔離法，而後始能創發上述各物，並察覺其有益助世，無純粹之球形。凡球形必有物體也。

第五節 自然科學所探究之孤立系統，並非統一者也。斯亦各種分析中之特徵，亦為吾人通常討論中所採用之方法。吾人言及物體，例如桌椅，儼若隔離環境而中立之系統。吾人由一室移家具於他室，桌之形像固不因地位之換動而有變化，安樂椅之舒服，固不因地位之換動而有變化。既如是說，吾人乃得贊成其為中立矣。設使安樂椅之舒服，竟因所置之室而有變異，則吾人斷不可視為完全隔離而孤立之物體。吾人可以將椅之概念，推廣而及於置椅之室；設使椅由一室移往另一室，而有多方變化，猶如一吹之氣變化形像然，吾人遂可棄除椅之概念，視為不足有所討論。圖畫之

美，固因背景而有變異。個人欣賞美，亦可因生理之條件而有變異。但吾人不需量算美之欣賞，以求認知此種美感。總之，吾人與畫，在欣賞方面，並不互相隔離，且吾人與畫，皆內在於環境，亦不可隔離者也。

第六節 茲有一樹，確係孤立系統，吾人嘗能深加分析，推求更小之系統：樹皮、葉形與葉色，果實，樹身周圍，年代與其年輪之圈數。若轉而演論其生長歷程，則必計及其根與生存於中之空氣。如此擴張系統，乃可使其以前隔離中立之環境，更多為吾人所把握。吾人雖可取樹根所佔之土地，作為中立系統。雖可羅括樹葉所親之空氣特徵，作為中立系統。然宇宙之空氣不必盡皆如是，地球之土地亦不必盡皆如此。然則所羅致之土地與空氣，究有幾許乎？此實重要問題。是又復為實驗之事，科學之事。是猶必須移去桌上之煙燭，而後始能證明頂之圓形，雖離置燭之桌，而仍中立者然。實驗探討之首要功用，即在查明必需羅致幾許環境，以濟系統之中立。

實驗技術之能事，即如上述。但此理想，終難達到；蓋因世無絕對之孤立系統，能稱孤立系統者，惟有全宇宙耳。科學但求其所能精確立界之環境。科學定律與科學事實皆欲說明完全理想之系

統。譬喻波義耳 (Boyle) 氣體定律，說明自行車唧筒中之氣體容量，受得壓力之情形；蓋壓力加倍，容量則減半，壓力減半，則容量必加倍。壓力與容量間，適有相反之關係。此律常在實驗自始至終，氣體之溫度不許有變之情形下，始生效力；然而其他限制，亦至夥也，特不甚顯明耳。氣體之恆常溫度必有一定之微小數值，否則氣體性質，將隨壓力，發生變化。溫度增加，氣體鎔解，則定律不足適用。是以實驗自始至終，需保留氣體之數量，不使變化，容納氣體之器有無漏洞，器壁有無殘留之氣體，皆應注意之事。其實縱使實驗者與其身體發射之熱，可以增高氣體之溫度，而氣體終係孤立系統，與宇宙其他部分相隔離也。波義耳定律因此乃成理想之定律，雖在實驗上未見真正美滿之效果，但無傷也。極近實在情形，足矣。

科學真理非宇宙所極近似之理想真理；發現此種宇宙真理之歷程，當以片段試驗為第一步。繼以更週密，更精純之研究，為第二步。若一發現原有定律並不精確圓滿，則變化之環境為其把握者更多，因其所承認之孤立體，不能視為中立者也。氣體溫度之變化，既有效果發生，則容量與壓力之變化，亦當從而重加討論。其孤立系統（吾人稱為孤立體）迄乃成為溫度，壓力與容量俱變之

氣體，除非再用前此所用之限制，否則，必又造成新而更廣之定律。此即產生蓋—呂薩克 (Gay-Lussac) 定律，敘明壓力與容量，如何依憑氣體溫度而有變化。此律不獨如是，且包含波氏定律，視為特殊事例，因其假定溫度為永恆不變者也。萬事莫不如是前進。羅入孤立系統境界之環境逐步增大，乃使吾人隨現實世界之研究，而更明白此律迄未充分精密，滿足現實條件。於是中立系統較前更廣。每一從前之中立系統，皆變為後起之中立系統之附庸，而定律之普遍性亦逐步增廣。環境領域愈大，錯綜程度愈高，則定律之通性愈廣。普遍定律之存在，實足證明此律已屢經再造而為廣大且簡明之圖式矣。

第七節 或謂科學僅詳密探究物之特性 (property)。特性即特徵，蔽覆物體，兩不可分。物體任至何所，任在何時，皆負特性同行，且在所處之環境中，各有反動之方式。是故物體乃一獨立事物，天生而存，具有一切特徵，一切特性，綜此而成其本身也。

『特性』一辭，竟慣見於科學文獻，奇歎怪哉。蓋因科學之在昔日也，與哲學極有關聯，故有此辭之發生，且為科學所採用焉。此辭至為不善，其義含混，科學家或以過於慣熟其應用之法，故對之

不求明解。其實乃一空泛無用之辭，因所謂特性，僅係物體動作之表示。若謂水當冰結時，有膨脹之特性，誠不如簡潔明言：水膨脹而結冰。再如謂橡皮有溶解爲二硫化碳（Carbon bisulphide）之特性，或二硫化碳有溶解之橡皮之特性，亦不如明言：橡皮溶解爲二硫化碳。

特性一辭似爲精巧方法，擇取物體（橡皮）或環境（二硫化碳）或兩者之片段動作，加以判定者也。故吾人不言：『其有某某動作情形』而曰：『彼有某種特性』。科學不若文學，冗贅言詞決不足爲科學病。若語氣不切，則流弊叢生；連續應用特性一辭，即在補救此種病弊；抽取環境與主動之相互動作，使成固定專有之特性。繼漸成爲私有之特性。此非必爲正確分析，但可作爲最有用之研究法，且事實亦已然矣。在千變萬化之環境中，窮詰物體之究底，即所以欲發現物體之流變動作，在環境中，能否始終一致，屬有永恆不變之特性。譬如有一小片物質，細如針尖，投於地上，應自有其墮落之方式。茲有一大體量，大如球然。此球投穿球門時，又應有其動作方式。果能以細粒子之特性，說明或敘述。大球之特性乎？大球之特性果與粒子之特性一致相應乎？龐大之地球，相對太陽而運動，更有無數行星，太陽與星雲之合動。吾人果能以粒子之不變特性，敘述或指陳所謂太陽系合

動之大幅畫景乎？科學之欲爲此，即所以證明隔離法，原係科學方法之特徵。科學屢在流轉幻變之環境中，探求永久性（permanence）。科學常隔離動作之景像，藉以求獲永久性；蓋此景像可以視爲不變，固附而爲物體之特性。物體無論位處何所，皆可發射其「特性」，產生其特徵，以資影響其所遇之物體。由此觀之，科學定律皆可視爲組合具有特性之物體之規則，統治其交互作用之規則矣。

第八節 孤立體 (Isolates) 雖可分爲各種方式，然不真實互相隔離中立。首宜察究實際自明式之孤立體，此乃合理之進路也，因科學理論多由此推演而出，茲一反其程序，當更淺明易解。

第一節 純理論之孤立體，如原子及電子，具有衆所公與之特性，以應付其所源出之環境。運動與位置等孤立體，皆由運動物體抽取而得，作爲兩相綿延之物件，實係運動物體之附屬孤立體也。數學家應用隔離法，取得物力 (Force)；依照規則，加以組合；換言之，依物力能具之特性，加以組合。此皆高深理論之性質，以一系列符號或一張圖解爲之代表，並就此新興之孤立媒介體，加以處置。組合物力之規則，於是成爲拼合線條之規則。先由實際經驗，闡歷物理世界之物體，而後始生此種孤

立體。兩檯球相衝撞，理論家則由此隔離得一物，稱之曰衝撞之推進力，並考究其對於其他孤立體之影響，因名之曰運動。若欲「說明」現實世界與實驗世界中之動作方式，則必有理論之孤立體萌生。此孤立體與實際事件，似已遠不相關，但對科學家之實習，則有極大之利害關係。

次為實驗者之孤立體。實驗者之量算工具，即欲獲求孤然獨立之系統，譬如溫度計之量算溫度，晴雨計之量算氣壓，均係孤立媒介體，與其所實驗之物，固不相關。若欲進行實驗之研究，必需造作科學之工具，因科學研究中之重要手續，即在發現何種性質可以孤立，可以量算，並儘力避除「錯誤」，為之造一量度系統。有此錯誤，即足證明孤立體無中立性，前已明言之矣。設使科學實習之要點即量算，則先必形成實驗之孤立體，而後量算始有效力。孤立體乃整個之實驗，非實驗之量算部分；蓋實驗若真為科學，造作實用之結果，則實驗必需整個酌量適切於其環境。實驗必與環境互相中立。是以良好之實驗者，常竭盡心力，斟酌變動之騷亂，滅除諸多「錯誤」。

實驗者之工作，厥惟提鍊可量算之孤立體。譬如彼對日光有所研究，則專察其明度。彼使日光穿過三稜鏡，察其光系(spectrum)，則為五彩光帶，一端為深紫色，一端為深紅色。諸多三稜鏡所能

求得者。惟此色彩與明度之分佈耳。異日再取日光，加以研究，所求得者，仍此分佈耳；是以其他一切事物，均不爲彼所計及。光系卽彼所求之孤立體。若以望遠鏡研究之，則見細而暗之線條，橫斷五彩光帶，區分各個位置。首發現者卽夫郎和佛（Joseph von Fraunhofer）。無論明亮光線係來自太陽，抑係人工所製，均得產生此種雜有暗線之光系；光線可與光源隔離中立，但暗線則不然。設使光由白熱之溶鐵而生，此種光系仍可求得；但金屬若因熱而成氣體，則暗線不見，而有明線佔據其位，橫過五彩光帶。是故色彩之分佈，似可成爲中立隔離之物，但橫穿光線，則不可能。橫穿光線必與光源相成一致，光線僅成附屬孤立體矣。此點無庸加以詳細說明，但述更進一步之隔離實驗，卽足證明。此實驗嘗集中於孤立之暗線與明線之產生；蓋謂金屬，如鐵類，在太陽中，必成爲白熱之氣體，因其附屬孤立體在太陽放射之光線中，可以檢察得也。此乃克希荷夫（Kirchhoff）與朋蓀（Bun-
sen）之實驗，由此成立一種分析學問，名曰：分光術（spectroscopy）。彼等承認化學實質，乃確切真正之孤立體，但化學實質因熱而成白熱之氣體時，則其光系中，卽見明線之位置。

吾人所需舉稱之第三種孤立體，乃較有實踐性質者也。此多見於生產方法中，工業之分化中，

尤數見不鮮。譬如工匠之逝世，或爲廠主革職，而機器仍照常擔任全工之孤立部分工作；工作分而再分，於是手續簡單而固定，人工乃不可貴矣。此種分工皆因承認工作可以隔離，部分可以湊爲全工也。故人工，機器，工作等皆能互相獨立，各成孤立步驟，儼若中立者然。各種專業之分化，俱係一種隔離法。是以最後乃有社會學式之孤立體，吾人言及科學運動在社會中之重要時，尙需論述是點，茲不贅矣。

第九節 電荷 (electric charge) 原生存於無限空間中，蓋有一向外放射力之場所 (field of force)，以備在該空間中，攝取相似之電荷，擯斥相異之電荷。此種理想之電荷，實無環境，乃一完全孤立之系統；吾人想像電荷所由出之環境，必有電荷而完全孤立之粒子之吸引特性。理論由此原素出發，創設合乎此種孤立原素之特性之規則，並依此規則綜合一切原素，構成更大複合之系統。設使理論不能由此原素，組成更大複合之系統，則其失敗之原因，厥爲反轉造成孤立系統之細分手續，僅將簡單不變之特性，屬諸原素，此乃至易明瞭之事也。其實此種方法極有成效，證據且極確鑿。天文學之推算大半以此爲據。理論化學之成功，全賴九十二不同之原素或原子之假設，每

一原素又可屬有較大質量所顯示之特性。茲就吾人所研究之化學組合物，觀乎氧、氫、氮、氯四種原素之比例，其在發生作用時，則有一氫，十六氧，十四氮，三十二氯。所謂原子或分子乃假設之物，當按照情形定其數目；每一實質屬有不變之特性，然則此種單位概念是否足以用來構成複雜化合物，是否在某情形下可以推算其表現，凡此種種皆需適切加以考究。此即物質原子論 (atomic theory of matter) 之根據，成效頗著，無容贅述。

雖然，方法仍必有所限制，蓋以此種方法應付一切情形，是否均有成效，吾人則毫無把握也。此種方法在使假設原素所具少數不變之特性，盡負廣大複合環境中之物質龐大動作之重任。吾人對於物質組織之了解，愈進愈深；提煉原素，作為孤立系統，愈求愈精；則在理論上，改造龐大物體之動作，便有極多嚴重之困難。譬如數學家要求混合不分之「空時」(space-time)，具有七個函度 (dimension)，用以充分表現兩電子之互相作用，而與宇宙其他互相隔離。然則合乎火柴匣之宇宙勢成如何，誠難想像矣！總之，此非兩電子需求七個函度，需求之者數學家也！數學家為之本體，適所言者乃其活動之情形，其數學理論耳。其發揮理論時，若過分有所要求於宇宙，使實驗者不能應

其所需，則實驗者惟有橫斥之而已。故實驗者乃最後之仲裁人也。

第十節 由上所取之立腳點觀之，則科學之最大冒險，實繫於此一問：「自然界果有任何歷程，能不因尋求離環境而中立之孤立系統，而完全被探檢得乎？」孤立系統皆根據實驗始被發現者，故此問之答案，必於實驗中求之矣。吾人佇待答案之來臨可也。然而，果無任何答案，向吾人作先容，則危險之多，亦在料想中。竊以爲各種儀器，發生作用，必離其所量之環境而中立，前已明言之矣。一枝碼尺即被視爲孤立系統。設使碼尺量算一紙之長，與後此所量之長度，均極不同，則此尺必已失其功用。設使兩枝碼尺之度數相符，但量算同一孤立系統之物體，其量度並不一致，則吾人似亦不必斷定宇宙之演算有何虛謬，仍需尋求更相適切之系統。通俗言之，物體與碼尺乃互相影響者也。

白色薄片落於街心，安然不變。余以熱手捫之，乃水珠耳。若以一塊冷的金屬片陳之，則細小之雪片也。若以冰塊蒙之，則降落之粒子凍結矣。當火噴如汽然，則赤熱之鐵片，顯然變爲一團赤紅之液體。然則，如何考察，而後始知表現爲冰、雪、水或汽之神祕難測之實體，究係何物乎？此一啞謎之答

案，不言亦自明矣。考察白色薄片之工具雖不中立，但此中之熱手，赤紅鐵片，冷金屬片，冰，水與汽皆係孤立系統也；而吾人所隔離之中立系統，亦即各種考察方法所顯示之事實。此種知識體系吾人名之曰科學，嘗使吾人一變似不中立之系統，而爲中立系統。事實既如此，吾人乃可加以糾正。孤立系統非按其是非曲直而分離者也。每一事案非一個別之結果。待等乃同出一源，同一歷程，而向各方散出者也。吾人既知金屬碼尺，因溫度加高而有膨脹，於是赤熱鐵片之長度，乃可以金屬碼尺精確量得矣。

第十一節 然而，隔離法未必行常有效，設有失敗，亦非因爲任何超自然之作用所致。設使失敗牢不可破，則唯一要務，即應明察其如何致敗之情形。若竟越出範圍，指陳此時此地所見之失敗，與陰電粒子（即電子）亟有關聯，則未可也。吾人皆知電子乃因質射作用（radio-active state），而射出物質者也，故其成分必係此種實質，電子映於照像之感光片上，雖可見其射出之軌跡，或落於發光之玻璃片上，雖可辨其激飛之濺跡，然電子不可作爲孤立體，乃明事也。在此種情況中，電子固類任何粒子，故其本身，仍可視爲孤立系統，若不負有電荷，則其特徵，未嘗不可類似通常物質粒

子之特徵。據是乃有一幅完滿確定之圖式構成，配入傳統科學之宇宙觀也。電子若衝擊金屬薄片，雖其賦性極似自尊自大之舊式粒子，仍必有一新式景像表現。設使電子位居波浪騷動之中心，勢必產生此種新式景像。未聞科學史上有任何物，一時扮作抽象孤立之粒子，一時又扮作波浪。吾人又不能描畫之爲一總體。電子與光最有關係，而光卽一可能之例外，吾人在光上所閱歷者，全異於科學史上之前聞。其電子之活動情形並不一貫，活動一貫，在科學中，已成爲孤立系統之要素矣。若謂其完全不一貫，則又未盡然。在某種情形中，彼活動一貫，儼若具有電荷之粒子，在他種情形中，彼活動一貫，又儼若波浪然。彼實有兩種分立之性格 (identities) 在兩種不同之環境中，其所表現之活動方式，則大相懸殊。在名詞上，若謂電子同具粒子與波浪之特性。余則未敢贊同。故有人提出『波粒』(Wavele) (註) 一詞，加以敘述。夫科學欲精確推算『粒子』之未來事故，常告失敗，是勢所必然者矣，由此觀之，無足驚怪，科學約略推算一團難測之粒子，未嘗不可，然對單個粒子，則常莫名其妙。

(註) 此字乃合particle與wave兩字而成。首創之者，英國艾丁頓也。見於其所著『物理世界真像』。

何以致如此耶？科學中之推算與決定論，余後尙另立一章論之，茲誠不願預先贅述，但略摘取若干要點，記之於此，亦至有益。余一再申明曰：科學之基礎，乃實驗也。無論科學之理論如何，終不敢超出實驗之外，而另有所確信。設欲由一羣已知之資料中，形成一孤立體，吾人必需實驗，務使系統確乎中立而隔離。譬如電子，吾人所處理者，乃最小而可目觀之物。然而未嘗取得任何樣品，足資把握而詳究也。人皆以爲電子已被發現，其運動極速，且能在剎那時間明察其經過。吾人常部分物質，標明事件等於振子 (plundium) 之跳擊，藉以劃分諸多剎那之時間。實驗者量算距離，雖有尺上之度數標明，但頗含糊，且其所用之儀器，多亦包含其所研究之物體——電子。彼既希望其所用之儀器，與其所研究，所推算之物體，各成孤立系統，然則證據何在？當吾人進薄所謂中立之環境時，必需把握此諸基本物件，是以此種研究與量算之方法，尤所必需。此種方法雖係變化多端，但茲所欲述者惟一則耳。吾人習以爲物體之速率與位置，乃兩種分離之景像，兩種分離之孤立系統，其理由頗稱十足。惟有物體「靜止」於環境中時，吾人始能加以研究，雖其附屬系統仍有變化，特以遲緩，適與吾人所用儀器之速率相關，故仍能劃分兩種物體，使相孤立。初也，不知有變化，故視物體爲孤

立，永久且有定所之系統。實則彼可動，可靜；無論其行止如何，但仍爲一物體，又爲事之可必者也。

然而言及電子，則未嘗見有此種永久景像。電子曾不「靜止」，其烟來烟去之速率難測，且其質量亦依其速率，有所變化。世能否有靜止之電子，誠難斷言。設使電子衝擊金屬感光片，忽而靜止，則其顯係波浪系統，若烟滅，則爲一粒子，是乃信徵也。電子既如是渺小，位置，速率與質量可以不必分離，於是吾人承認永久孤立之系統，如物體，位置與速率，亦不再分離中立。設使吾人偶擷其一，考求獨立不變之性質，則對其他未知之電子，未敢保證亦必如此。設使電子「粒子」(electronic "particle")運動時，逐一詳舉其「位置」將有何事變發生乎？吾人蓋知詳舉位置愈明細，則愈不能明述其速率。當速率加高，及於光速度時，則粒子又遍在四處。當速率等於零時，粒子位置又復不能明言。彼已不復爲一粒子。故理論上之孤立體，必特存於此兩極端之間，實無庸疑異者矣。

第十二節 夫吾人之觀察力至爲有限，需有極其精密之儀器，始能作此渺小電子之探求，是以孤立系統之研究，實有賴於實驗技術之進步。吾人準備基本材料，造成作用論 (theory of action)，其困難又爲空前而必然者矣。吾人曾以常識宇宙爲出發點，此乃吾人所理解之宇宙也。

並嘗目覩科學進求此世界歷程中之孤立體，而此進求之主要部分，厥惟判定此離孤立系統而中立之環境。科學之研究因此成爲環境之檢查，研究物體或物體系統耳。科學之基礎卽實驗之證據。衆皆以爲科學乃一破壞歷程，割裂碎屑，考究細屑如何始能裂碎，以資精確說明宇宙之事變。衆皆以爲科學乃一分析歷程，分大爲小，分質量爲粒子，分粒子爲原子，原子又分而爲電子。數學家之任務，卽在以此造成學說，湊合各種活動情形之敘述。實驗者取較大之物，由此敲拍出其小者。彼僅說明附屬系統之可能性，但不必判定此種自存之附屬系統，必需隔離而中立。數學技術則沿實驗者所用之分析方法，說明小孤立體，如何源自大孤立體。是以數學家所用之方法，幾一反實驗者所用之方法。數學家認爲科學乃一建設歷程，應用綜合方法，使電子與其特性，綜合而爲原子與其特性，原子與其特性，又綜合而爲粒子以至質量與其特性。此乃希臘唯物論者所持之原子論方法 (atomistic method)，彼等皆欲由先驗之原素，改造宇宙，以爲此種原素，原與其背景互相分離者也。

第十三節 一種文學固可分析爲書籍，書籍分析爲辭句，辭句分析爲字眼，字眼分析爲字母；然莎士比亞之著作，終不可謂爲字母之組合也。保其完整，或尙原義畢露；然經分析，則必有所疏

失。既有『中立性』(Neutrality)之假定，而後乃有孤立系統之形成。每一階段之聯絡皆失，書籍失其在文學中之地位，辭句失其在書籍中之解釋，字眼失其在辭句中之協調。然則吾人反其歷程，僅以孤立字母之造字遊戲，改造文學，亦屬可望之想。科學現雖採用此種歷程，但不爲科學哲學家所讚許，則爲明顯之事實。此輩哲學家多仍錯信原素加原素，必由化合而產生新物。一氧原子與兩氫原子化合，『產生』具有水之特徵之水分子，但原化合者則爲兩種氣體，並不具有水之特徵。

此乃常人不能明瞭之困難。水與其流動性固無神怪之處。常人淨浴其間，有時取作飲料。無論如何，此乃常人所可觸摩之物，設使科學之原子，扮演怪特，毫不涉及流動性，則此原子殊無足道。然科學所舉之怪物，竟屬確然。吾人皆係習慣動物，尤好社會習慣，歷代科學大家咸對原子與分子，振有詞，念念不忘，於是此種觀念，曲解爲各種科學說明，主張常人認爲水所具有之特性，不與科學實際之論點相背。其實顯然世無氧原子與氫原子等物，與其他實在物互相脫離，而自成實在物也。此兩氣體，化合爲流動之水，若不具體表現爲『特性』，縱使視爲完全之孤立體，仍無實驗證據可見。特性乃吾人方法附加於孤立系統者也，因吾人原欲創發之，以容納中立之環境，前已明言之矣。

反其歷程，由水產生氧與氫，係可與以例證。水固更廣之孤立系統，而兩附屬系統，乃吾人用以化合成水之兩種氣體。若以分析所得之兩種氣體，與綜合以成水之兩種氣體，互相同視，則是暗示「水狀」特性 (Property of "aquosity")，固與此兩孤立原子，聯合不分。此點雖屬小節，但問題頗嚴重。吾人所爭究之問題，非獨兩種氣體何故化合為液體，且問在某一溫度下，此種原子何故化合為水，高溫度下，同一原子何故又化為氣體。氧與氫在水達於沸點時，可以爆發而為蒸汽，亦為氣體也。此種問題亦有足資對照之問題在。吾人說明棒既由通常原子鬆散組成者，何以能有「硬性」(非「水性」)，乃同一問題也。設不說明是點，則此簡單之原子概念將全部歸於虛謬；原子亦將不復為孤立系統。

第十四節 斯穆次將軍倡導全整主義 (Holism) 之科學觀，亦犯此種簡單病。斯氏有言曰：「電子與質子聚合而為物質，物質自進而為高等原素，原素愈高，組織愈雜。惰性物質，漸變而為活動生物。千萬年後，達於極巔，始得生命有機體。有機體之構造與行為，皆自進展不已。故此進化途程，升騰不已。感向 (Tropism)，反應、本能、智慧，最後乃有至高無上之人類靈魂，或求升天堂之人格。」

……吾人於此……乃見邏輯與科學之定律漸次破滅，吾人但見由少生多，由無生有……」又謂：「原素部分成份……合成全體，創造全體，其所產生者，實多於其本身所具有者也。」

由此實感，而謂生命不必總合孤立系統而成，吾人又必大吃一驚。蓋因雷子與質子，以及其他改造宇宙之成份，雖經假定為獨立存在者，但實係數學所虛構之物也。斯穆次將軍竟不之察，憑信普通科學之觀點，認電子等為原本物，為具有所假定之特性之單個實在物。此種具有假定特性之孤立體，雖經隔離，猶不足以再造其宇宙也。斯氏對於電子等聚合產物之歷程，則不得不作神祕觀。斯氏不以反逆之歷程，但以較小系統，說明較大系統之幾種特性。是以斯氏申稱「由少生多」由此創造力之無窮，於是不難升達於至高無上之極巔。科學說明之意義與科學全體之解釋，乃由此種敘述之方式，更趨合乎所謂科學運動之實。

全整主義之解釋者雖攻擊原子論，但終承認原子論之進路，為其信條之一部分。全整主義申稱原子論方法若經採用，則其分裂之手續，將疏忽物之實體，損毀事之真相，因事物皆係組織體，並具調協性者也；自然界並不因原子作用 (action)，但藉「全整」作用而續繼前進。自立之「全整」

何以非更大『全整』之原子，誠不易加以思議；連續而相互變化之環境中，何以能有全整或原子。絕對隔離宇宙一切，而自單獨發生作用乎？亦誠不可加以思議。其實，『原子果生作用乎？』能答覆此問題，而後始有理由，擇用原子論之方法或全整主義之方法。世無最後決定之哲學，敢若科學常冒實際之險。現就機器工作效能之情形論，機器需幾何時，作成局部之工作乎？非研究原子交換之情形，而能斷定其需幾何時也。是以機器乃全整，乃環境中之原子，然就化學歷程中之情形論，則原子之研究與說明，實極有效益也。對於化學孤立體之問題，均極適用之。全整主義派者保持全整 (wholes) 之絕對哲學，反足以示原子論之缺陷。彼等爲應不必發生之情勢起見，乃不得不假定全整物體中，有神祕而急變之「由少生多」。

廣義言之，余在此所用之「孤立系統」一辭，實非各科學家所精細探求得者也。孤立系統作
用之解釋，亦非各科學家所貢獻者也。吾人實欲鑑明科學研究之運動趨勢，遠非個人之發展計劃
所能及。大多科學家皆在大規模之研究中，運用一定公正之方法，從事工作，特不自覺耳。彼固自居
爲自由之主宰，自居爲神祕內在動機之味覺 (unconscious) 工具也。

丁格爾博士 (Dr. Dingle) 著有科學與人類經驗 (Science and Human Experience)

一書，其中有言曰：『舉凡稱作實驗家者，必能直覺其所應取之途徑也。』由此可知丁博士相信舉凡稱作科學家者，決無錯行。若謂舉凡稱作科學家者，其直覺所取之途，亦有錯誤，則彼決不之信。此種討論，多取科學家清算證據與其檢證，所作之公正判斷而成，儼若個人理智必離全體科學運動之偏見，始能均稱自如。此事在後章中，另有詳盡之說明。此處但需說明大多科學家，皆以廣義之構造工程，作為彼等所盲從之傳統思想。其在此種構造工程中之活動，皆以純粹主觀名詞，為說明也。

第二章 科學之后——數學

「設使有饒舌者，不識數學對於事物之判斷，僅以聖經上之片段言語，牽強曲解，而敢責難誹謗我之工作，則我不之重視，亦不願默許其判斷也。」——哥白尼論革命（上教皇書。）

純粹數學乃技術精進之隔離法也。其最基要之概念，即數（number）。數學所言者非三蘋果，三條命或三觀念，但言隔離物體之三，記之於書，則爲「3」耳。是以直接應用隔離歷程，乃求得數的系列（sequence of numbers），速寫則爲1, 2, 3, ……100, 101, ……。

吾人更能簡略，將100寫作 10^2 ，將1000寫作 10^3 ，將1,000,000寫作 10^6 ，其上方之數字，即所以示1後之零數。

在數字全表中，以符號0代表零，尙爲算術史上最近之事；數千年前，尙屬簡單，實地列舉數目，習以爲常。吾人當知數字若能隔離實在世界之物體，而空推得者，則必不能包含零數也。是以需求

符號，代表虛無之事，無待隔離法更深進一步，而後知者矣。此實明認符號本身，即所研究之物體。一旦數字書於紙草，成爲記號，結於繩索，成爲珠點，則計算物品與金錢之交易，尙因數位。(position)之一定，而有辦法可想。譬如算式中，若有填補空格之物，則似有物填補鴻溝，是以當時創發0號，此其動機焉。

吾人自幼及長，即常慣於算術與十進法，寫10如寫1，然，極稱自然，且覺1與10，同有新鮮含義，然仍不明瞭0在數字表中之用途，以爲吾人排定數字位置，使其可以寫出各種數目，皆無意中爲之者也。譬如1, 234, 567, 890, 除此十個符號而外，別不另立其他數字，作爲表示十二萬三千四百五十六萬七千八百九十等符號。商業史與工業史，科學史與文化史，若無0數，則史實將大異。是以在有紀載之歷史上，在社會交通與交際之發展中，0數之發現實一大革命。吾人今日竟已習慣，不獨不知其人類創造者與製作者之本性，且其深刻要義，亦不明瞭。

此尙僅就算術而言。數學之發展更廣，隔離法愈深一步。數學取縮個別數字，彼所欲言者，乃不拘於任何實數之數字。彼離數字之實，而謂n, 或a, 或x, 可以表明任何數目。此即所謂代數符號，n

乃代表「任何數目」一詞之最簡短之字。吾人除如此說明之而外，別無其他可置詞矣。

是以數學符號論 (mathematical symbolism) 之着手步驟，除開直捷實用隔離法而外，更有尋求適當語言論述主題之方法。吾人則從通常之語言，用語言中之名詞，表述孤立系統。因此，數學語言與通常語言，發生差異焉。第一，數學語言係以簡短符號，不以通常語言之冗長名詞，表述孤立體；第二，符號均代表數者也。

物理科學之量度，或科學結果，均不得與其求得之方法隔離。若謂有一建築，高一百呎，則除此數字所表達者而外，更有其他含義。蓋吾人出此言，實謂任誰若作某種實習，或作同類之量度實習，則其在諸事物中所見者，必此一百呎也。若謂音之速率，每秒鐘一一五〇呎，意即謂若依某種方式加以量度，必係一一五〇呎無疑。若謂某種量度，惟有某甲始能得之，其意即謂吾人採用某種方式，便能證明某甲所見之量度。是以純粹數學中之符號，不獨代表數目，亦能代表訓練。設使有 β ，則曰：「請取 β 物。」有 η ，則曰：「請取 η 物。」此乃隔離法之主要步驟。初視之，此步驟固不重要，漸發展為數學方法時，則覺其重要矣。是以符號能代表實習，亦能代表訓練。譬如 $+$ 號，用示「和」意，於是

$a+b$ ，則爲一定數列。設使『用以示』等於』之意，則 $b+p$ 或 $a+b$ ，即足說明其演算雖兩不相同，但結果必同一。加法之結果實能脫離單個項 (terms) 之秩序，而自獨立。其簡潔正確之表式如下：『不論兩數相加之次序如何，固無影響於結果。』此乃一則恆等式 (identity) 之斷論，其所有之『證明』即直接觀察，承認『符號之兩端，除 m 與 n 外，別不見有其他；更足示明實際數字系統，亦有 m 與 n 爲其孤立體之一員。

下列表式亦間或有之：

$$1+m+n+p+b+r+s+m+q+n+1+r+m+p$$

吾人當以直接觀察，校核其兩方相加之符號，一律相等，始可證其『真實。』然而此一表式如何而能孤立，實爲吾人討論之要點也。符號隔離數字而孤立，而數字又隔離物體而孤立。是以吾人無需顧慮物體爲蘋果抑爲人類，而證實此一表式之真偽也。物體現已成爲單個字母，但留記號於紙面耳。此種記號另自有其世界，而運動於其中。

創發數位之意義，爲算術中之最大要着；則轉數字爲普遍符號，亦爲其要着也。譬如符號 3，吾

人用以表示『請取三……』之演算。是以，吾人書 3^2 ，亦足標示『請取三 n 』。設使 n 是五，則 3^5 必爲十五。吾人更可推廣而有所說明：『 $2n$ 』常是偶數，或曰：『 $2n-1$ 』常是奇數。』此或足以說明所謂偶數或奇數；設使信然，則吾人不需顧及由實在界之物體，推求奇偶數觀念之辛勤步驟，更可承認奇偶數能隨意構成矣。吾人至此，終受節省思想之效，小而言之，亦已創成發現之新工具。

數學至此，愈近『純粹』。演算中所用之符號，乃蘋果世界所不可解釋者也。譬如余以 n 乘 m ，算式寫作 $n \times m$ ，或縮寫而爲 nm ，但余終不能以 n 蘋果乘 m 蘋果，不能以 n 猴乘 m 猴，此僅實際之物理學方法耳。數學既近純粹，於是愈益自由。數學竟棄除物理實在之桎梏矣。設使吾人取紙上所書之符號，用於蘋果與猴之實在世界，以資解釋符號之方式，則物理實在之極關重要。由此可知符號未嘗屬爲世界事物，蓋以紙上所書之符號世界，非事物運動於其中之世界。余亦以爲符號所度之生活，乃較純粹而自由之生命，但爲符號所獨有之生命。符號自擇生命，而求孤立焉。

茲欲審察以上諸端，既甚簡單，何以表爲方式，能以新知識，供備吾人之理。

譬如吾人由1啓始，將奇數逐步加算。其式如下：

一項 = 1,

二項 $1+3$ = 4,

三項 $1+3+5$ = 9,

四項 $1+3+5+7$ = 16,

五項 $1+3+5+7+9$ = 25。

考之各項所加之得數，則爲

1, 4, 9, 16, 25

與左方所列之加算項數，即

1, 2, 3, 4, 5

相比較，便知前項所列之得數，乃左方所列各項數目之自乘數耳。其式如下：

$1 \times 1 = 1, \quad 2 \times 2 = 4, \quad 3 \times 3 = 9,$

$4 \times 4 = 16, \quad 5 \times 5 = 25。$

此純然爲觀察之事實。無需以「數學推理」(mathematical reasoning)之特稱，加以粉飾。此諸數目之特徵甚多，如奇偶之分，但吾人僅取此一特徵，而孤立之。此特徵即得數等於項數自乘之定律。此律普遍適合於此五數，而此普遍適合性，乃隨隔離法而顯露者也。吾人但取此組數目之一特徵或附屬系統而孤立之。此律本身雖只限於此五數目，故不能稱爲真正之普遍定律，但姑不論及各數，未嘗不可表明此律。是以概化法 (process of generalization) 包含於隔離法中，而概化之定律，是必應合各數所有之特徵。定律乃孤立體之表式。設使表式正確，則可發現更普遍之定律，合乎由1遞加至n項之各數。

然則此種定律如何創發乎？以推理爲方法乎？

先請說明吾人以觀察求得之孤立定律。「由1啓始遞加奇數至五項之和，等於 5×5 」此其定律也；請視此律爲孤立體之來源，加以考察，因吾人既有所概化，便應有所孤立。嗣乃自分一數，設法獲得孤立之定律。吾人現可重改此律如下：

「由1啓始遞加奇數至n項之和，等於 $n \times n$ ，而此n可以限爲1, 2, 3, 4, 或5項。」

因欲隔離特殊數字，如 1, 2, 3, 4, 5 等而孤立，故吾人認爲取締實際數字爲合法，節述此定律曰：

「由 1 啓始遞加奇數至 n 項之和，等於 $n \times n$ 。」

此律本身似已成爲新孤立體之表式。竟脫離其所自源之五項奇數，而自獨立。茲欲設法審視此種孤立體，如何隔離五項奇數而中立之理。若爲純粹實驗家，則以直接觀察與測驗，加以證試。實驗家可以證明下列十項奇數：

$$1+3+5+7+9+11+13+15+17+19$$

其和確爲 100，此即 10×10 之得數。再如由 1 啓始遞加奇數至二十五項之和，等於 25×25 ，皆得 625，由 1 啓始加至一百項，其和等於 10,000，即 100×100 之得數。彼雖如是證實此律具有普遍性，但仍不稱圓滿。設使數極大時，此律或不再能適用，是以彼勢必設法劃定此律之有效界限。數學家理解此問題之方式，則與是迥異，但在根本上，仍同一也。通常數學家排列紙上所書之符號，一如實驗家在實驗室中構造儀器，同欲提出研究對象，而使孤立；是以數學家如此處理其符號矣。

彼將 n 項奇數，書式如下：

$$1+3+5+7+9+\dots+(2n-1)$$

吾人已知 $2n-1$ 乃一奇數，且爲此級數中第 n 項之奇數，其所加者即此級數，每級增加 2 云。

反之，亦可求得同一之和數：

$$(2n-1)+\dots+9+7+5+3+1$$

此數乃每級減除 2 也。設使沿此級數，逐項相加，一方由 $2n-1$ 起至 1，他方則由 1 加至 $2n-1$ ，則兩項和數必常同一，因一級數按步加 2，而另一級數按步減 2 也。如：

$$(2n-1)+1 \text{ 則得 } 2n$$

若兩倍其和數，則爲

$$2n+2n+\dots+2n+2n$$

總合此 n 項，乃爲 $2n$ 乘 n ，即 $2n \times n$ 。由此更知和數爲 $n \times n$ ，即 n^2 。數學家於是明定此律爲普遍的；實驗家祇能加以實證，而數學家更能加以推證。

吾人應知通常對此方法之申論，均謂實驗家從事試驗法，藉檢查以資證實，數學家則遵循邏輯法。則此說信然乎？吾人如何判別此種法則與實地檢查，證實表式間之不同乎？觀乎吾人首先所聽信之邏輯法，則其試驗證實之各步，固與實驗家之方法無異！因世若有邏輯發生，吾人亦必藉用實驗家之方法，明白觀察邏輯之顯現。

此處數學之討論，乃以顯微鏡，詳審密察，承認數字或代表數字之符號，均係孤立者也；茲若更回溯之，則見 $+$ 或 $-$ 兩種符號，實指加減之動作情形而言，若無此種符號，則惟有簡明申稱凡多項級數，可以加者，不問其排列次序如何，但需觀察所加之符號皆無或缺可矣。由斯觀之，固無所謂神祕之邏輯法則，所見者惟有人工以直接觀察，從事證實之記號或替身符耳。設使此即數理邏輯，則實驗家之物理證據，亦可稱曰：物理邏輯，因其亦甚確鑿，與數理邏輯初無異也。

試驗與觀察所作之級數，頗嫌冗長紆曲，是以訓諭之級數，亦可書作另一方式。

$$1+3+5+\dots+2n-1$$

此即 $n \times n$ 。依數學言之，吾人曾總合此級數。 $n \times n$ 乃一簡捷之訓諭，固與冗長紆曲之訓諭相等，

吾人已明言如上矣。此種訓諭亦幾經紙上所書符號之實驗，而產生者也。

此種實驗至夥，茲為說明主題起見，略舉一二，以見一斑。吾人已知：

$$1+3+5+\dots+(2n-1)=n^2。$$

因等號之前實有 n 項數；若逐項加 1，則等號後，必有一 n 代表此 1，始稱相等。於是：

$$2+4+6+\dots+2n=n^2+n$$

但由 2 到 $2n$ 均已一變而為偶數之和。此又可以列成一加法式：

$$1+2+3+\dots+n$$

$$1+2+3+\dots+n$$

$$=2+4+6+\dots+2n=n^2+n$$

吾人於是乃視

$$1+2+3+\dots+n$$

乃 n^2+n 之二分之一，通常列式均為 $\frac{1}{2}(n^2+n)$ 。

吾人固已如此總合由1至n數之各項數矣。今當力效實驗家，對於結果，應有證實。設使 $n=3$ ，

$$1+2+3=6$$

而

$$\frac{1}{2}(n^2+n) = \frac{1}{2}(3 \times 3 + 3) = \frac{1}{2}(9+3) = \frac{1}{2}(12) = 6$$

凡歷二十秒鐘，吾人即可斷言百萬項數之和，等於

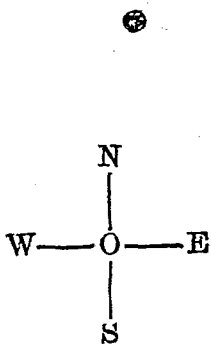
$$500,000, 500,000$$

吾人今已遠離物體世界，此乃數字所自源而孤立之世界。吾人竟已運動於另一新異之宇宙，此乃數學符號所表述之扁平空間。一切方法之共同點亦在此，吾人需效通常物理世界之情形，逐步考究孤立字母與符號之構造特徵，羣合情形與排列次序，否則，吾人決不能伸展一步，不能論述所處置之物。此可稱曰：符號宇宙，但其演算之方法，與科學家置理日常世界，實同一步法也。但數學家亦需目覩手觸其符號焉。

前已言之，代數中之符號，均代表簡單數目與量算數量者，可以視為演算之指標，蓋演算有兩

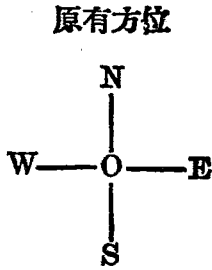
途：依據自成另一世界之符號，或依據自成孤立體之實物。但此兩種指標皆屬同一組之孤立體，當非完全獨立者也。此一事實對於數學符號主義之發展，極關重要。

余今面北而立，兩臂平舉直伸，則右手朝東，左手朝西。於是實在世界中，乃有物體或孤立體可見。若隔離其背景或位置，則用簡單之符號表示之。法以兩線相交成十字，此在使用圓規時常見者也。

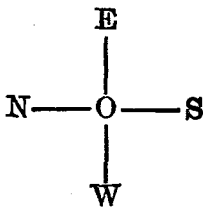


若分余身之胸背，則指前方為正 (positive)，後方為負 (negative)；分余身之左右手，則稱右方為正，左方為負。設使我立於 O，則 ON 與 OE 為正，OS 與 OW 為負。除此符號而外，別無其他代表我與所立之位置。我與所立之位置能否隔離我之運動而孤立，能否隔離我與環境名下所生事

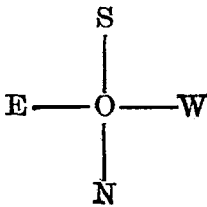
故而孤立，則另屬一事。吾人目前亟需論述孤立體如何表現而為符號。現有一訓諭，囑余就地轉身向西，右手向北，左手向南。我之轉身適成直角。至是則需採用符號，若連續發出此種號令，則徒勞精力耳。軍曹粗暴筋肉，振發精神，始能發令曰：「立正！」而吾人僅書一T字，即足代表「轉成直角，面向余前所指之方向」一語。所以T乃一演算符號，若發生作用於我，則足旋我轉身。但代表余原立位置之符號，乃十字交叉之兩線，若使T同等作用於此符號，則此兩線亦必有一直角之轉身。新E轉入舊N方位。而新N轉入舊W方位。吾人不需中止，茲更發現簡捷方法，繼續旋此十字線轉動不已。其式如下：



T令發出
一次以後



T令發出
二次以後



連發兩次T令後，則余所立位置，自然完全相反，余手原指正方，茲則指向負方，而余亦面負方而立。於是新方位，合舊方位之情形觀之，皆爲負號。且各線原指東北者，現皆指向西南；總之，方位適切與前相反。不幸余用以代表原立方位之符號，仍爲兩線相交之略圖，雖較自我尤簡，但亦由符號孤立作用，推論得者。譬如我用P，代表原有之略圖。其轉動之步驟及轉動之結果，皆可用下列簡單符號述之。先也P（原有略圖），繼則爲HP（轉動原圖），更爲TTP（轉動已轉之圖）。兩T所以併見，蓋因由左方讀去，謂T乃轉動第一次轉動之HP也。但吾人適已知之，T連續兩次轉動，則I₇便取P位而代之。是以吾人適纔所書之HTTP，可以用正確符號代之曰：TTP-I₇P，吾人若欲研究兩次成直角之轉動結果，但一察紙上所書之符號，即可明之。設使T爲演算符號，暗示此種成直角之轉動，則更複合之演算符號，H₂P等於-I₇，此仍應合繼續運用T之定律。設使身體有成直角之轉動五次，代以TTTTTP，吾人已知每兩T等於-I₇，是以TTTTTP = -TTTTTP = TTP，用兩負號者均自中立，而結果身體轉動，仍歸於一次直角之轉動耳。此顯然極簡單，但符號T之怪異，亦爲吾人所共知矣。設使符號代表2，或5或1諸數，以致-I₂或-I₅或-I₁諸數，但□×□之演算，

吾人書爲 N^2 ，終係正數也無疑，然而此處所書之「 N^2 」符號，或曰 T^2 ，則爲負數。 T 當係演算符號，非眞數字，其所組合之定律，故不能適合於實數。(real number)。數所以爲實者，意謂數能隔離羣集之實在物而孤立；然而旋使轉動並非單個孤立體，僅爲物體之實在特徵耳。

隔離物一旦表達於紙面，則爲符號，獨具數字之含義，但其實際則拒斥一切，單容數字而已；是以此種例解，深有趣味。因 T^2 符號爲「 T 」，因世無負性之「實」數，是以稱 T 爲虛數；若強其具有原型之標幟，吾人當不書之爲 T ，於此則書爲 i ，此乃「虛」(imaginary)字之第一字母。此種符號既如是述，實不足以引入數學，聽候應用。此種虛數皆爲表明等式之結果，設使各項皆屬簡單數字，不需演算，則虛數更不能適用。

何爲 X 數，即謂 $X = \sqrt{-1}$ 何所指乎？對此問題，富可決然答稱：世曾無此種數；然而，設使演算一詞，代以數字，則此數立即可以了解，可以討論。決無失爲空幻之虞。

數理科學努力解明物理世界，最後惟有取演算之方程式，握求解決，是以鑑別概化成符號之數字，極關重要。通常視方程式爲等式之表明，其實可以視爲一大問題。當欲「說明」所觀察之現

象時，吾人即依此方程式，考究如何演算，始能求得此種說明；當欲推算時，吾人亦嘗深察此列演算之結果，將必至於如何也。

第二步亟需說明符號方法，既已開闢思想與活動之新世界，使純粹數學家有一藝術欣賞之新領域，如何更成強有力之工具，用以考查實在界物體與孤立體之活動狀況。是以尤需明瞭其所發現之孤立體之性質。通常皆以為科學全以量度為職志。余則以為大謬不然。科學運動乃社會之孤立體。科學接近宇宙，非完全置身於其所創造之虛幻世界，單獨冒進；亦協力搜索世界之各方面，因科學雖有聽候調度之研究工具，然世界終能隔離之而自中立。此種孤立體非由實在界中，能永久連根拔除去者，但在其他事物中，察其能孤立而隔離之耳。是以科學家尋求有效之量度，不獨論及一抽象之數量；且論及性質之量度，有此性質之量度，而後始有隔離之可能。此種研究可以證明其隔離法之效力，使其了解合乎性質變化之情勢。譬如說明大氣中有粒子 (Particle)，足以產生紅色天空或藍色天空，其意蓋謂對於光之吸收與播散的研究，若有充分進步，便可證明粒子在某種體積之下，遇短波長之藍光線，則立即停止，若遇紅光線，則仍輸送。實驗家集中精力於實際粒子

體積之量度，數學家則以數學演算光波因粒子之障礙而曲折或播散，其實兩者皆探詢：「何爲紅色天空或藍色天空之構成條件？」

科學定律乃具相當成效之說明。彼說明諸多孤立性質間之數字關係，定律應用之範圍，大過性質數值之範圍，是以性質能隔離之而中立。變化過程中，發生新的性質，即所以示發生新定律，另有新應用之範圍，或擴大舊定律，使成改良而更概化之定律。

依茲所討論之情勢觀之，「性質」一辭應作可以量算之孤立體解，長度即具有量度之性質。其他如紅色運動等，皆可依法隔離而成孤立體。數學家可以隔離數量與性質，而使數量孤立，於是專論艾丁敦所謂之指針示數（pointer readings），然而，設使艾氏所論者實係孤立符號以及各種複寫之方式（數學家自稱爲定理），則艾氏爲數理物理學家，非科學家，亦一純粹數學家耳。是故數學家之職責，非向吾人宣告世界較紙上所書之符號，尤爲實在而廣大，其符號中究有幾許屬爲空間函度，固不問而亦無損也。數學家貢獻科學之工作，乃屬科學運動之一部分，彼取科學對象之數字現象，所討論之問題，尙與實驗家以及常人者殊不相同。

世界之部分有運動，以及互相位置間之交替，益使吾人信其變化無窮。運動與位置兩大特徵，表面似相分離孤立，實在連鎖互關者也。茲有一運動物體變化方位。此物體若不運動，當永不能變化方位。但此非謂運動與方位變化乃同一事，亦非謂物體由一位置傳進另一位置之經過乃由大批位置變化連續構成。此乃希臘人所嘗犯之舊病，直傳留至今日。竊以為吾人頗有理由，承認運動與所經歷之距離，乃物體在環境中所表現之兩種變化性質。

轉身之事，可以表為簡單符號之方式，前已明言之矣。證明剛體之運動可以分裂而為兩部成份，各自單獨運動，全非難能之舉。此諸運動頗近通常所謂之移動 (translation)，此即位置之簡單變易，物體之轉動或回旋。譬如陀螺回旋，緩緩向前運動，檯球或棒球亦回旋，但向前運動甚速。地球沿軌道變化位置，同時亦自繞其軸心轉動。此兩運動常可各自隔離而互相中立，此意即謂位置遞變之情勢，可以辨其運動向前抑回旋轉動，而加以考究推算。回旋情形蓋可以用符號敘述之，前亦明言之矣。設使吾人可以如此表述向前運動，則此兩種運動所湊合之物體運動，可以用數學語言論述，用數字特徵估評。

速率乃運動之量度，設使孤立，則余以為與其他孤立體位置，不相隔離而獨立者也。初也，運動特徵之存在與綿延，即因環境中之變化——廣大孤立體中之位置變化，而自證明者矣。速率與位置乃廣大環境之附屬系統。惟其如是，故說明此兩者互相對立。地球在軌道中變化位置，自有速率，乃孤立之太陽系中之一部分。孤立之地球上，有火車之速率與位置，孤立之火車上，又有旅客之速率與位置。因世無絕對之孤立體，故亦無絕對之速率。

由此觀之，位置乃因長度之數字量算而定者，速率乃因增加速度之數字量算而定，但亦必依時間單位而後始有增加。設使吾人有一短擺，滴答搖動，其擊數吾人稱之曰秒。於是速率即運動物體以若干秒時，經過某一長度之單位定數。

量算速率自亦不必持久至一秒鐘之多。譬如鎗彈擊於鐵板，深入數分，其速率迅即變化，是以吾人若欲精確量算速率，便當求其於極短時間中，所經歷之距離，言其時間短者，實與穿板所需時間總數相比而言。吾人於是，當用所歷之時間乘速率，以估定其所穿過之距離。假定 L 符號，表述所穿過之長度總量，更進假定長度稍有增加，此乃長度微小之增量 (difference)，吾人乃書 L 增

量』，或代以符號曰 pL 。設以 t 符號，代表穿過 L 距離所經歷之數秒時間，則穿過 pL 長度所歷之時間，亦有『時間增量』符號以名之曰 p_t 。設使吾人再以其所歷之 p_t 時間乘所謂 S 之速率，則所得者即所歷之長度 pL 。其式如下：

$$pL = S p_t$$

此式祇足示明運動之速率為 S ，微小之時間增量為 p_t ，但求計算極小之距離 pL 。然而 pL 除 p_t 則等於 S ，其式如下：

$$S = \frac{pL}{p_t}$$

此乃示明已知 p_t 時間，所經距離為 pL ，但求計算速率。 pL 與 p_t 愈小，則速率之量數愈迫近固定之位。置。設使位置與速率可以單獨精確量算（吾人現知此乃不可能之事），則可隔離一限定式之計算法，而謂

$$S = \frac{dL}{dt}$$

其 dL 與 dt 乃無窮小數，吾人若循常例，視符號為孤立系統，則可更進，直捷說明速率 S ，乃 D 運算

於L所推演得者，其D則代表「改變率 (rate of change)」更代表 $\frac{d}{dt}$ 。其式如下：

$$S = DL,$$

其D則代表 $\frac{d}{dt}$ 符號。

書一簡單符號D，代表繁複之字母 $\frac{d}{dt}$ ，使與上下聯繫隔離，實乃數理符號論上之一大革命。始創者當係萊布尼茲 (Leibniz)，萊氏以為簡單符號極近代數符號，具有同一性質，故可代表變化歷程。於是乃成研究上之新武器矣。

吾人用以代表長度改變率之符號，一無所適，惟有合乎速度變易率之變化耳。此種變易率即所謂加速度 (acceleration)。此種加速度即速率之改變率，若以符號明之，則以a代表加速度之量數。而

$$a = DS'$$

但 $S = DL$

適已言之。是以符號又可書作

$$a = DDL = D^2L$$

或以字句敘明之曰：「加速度乃長度之二次改變率也。」此雖未能完妥明瞭，但吾人於此已深入微分學 (differential calculus) 矣。

以上所述，僅在說明改變數與取以量算改變數之數間之關係。吾人名此兩數為長度與時間，但此仍可以其他兩種變物，替代為用。然則吾人對於科學問題之註釋，可作如是解矣。設有物體由高處自由降落地面，則此物體歷兩秒鐘後之速率幾許，降落至於胡底乎？此猶限於實在物體，尙可置論，至於單純之數學符號，既不具實際物理事實，表示運動狀況，則此降落問題，將無法解答矣。依前所論觀之，數學符號論若屬純粹，則只代表各種同類之符號，別無其他能事。當吾人尋求簡便方法，表示 N 奇數之和時，此種代表作用尤覺合用。吾人若不甘為單純之數學家，則當輸入他物，以供應物理學焉。此種物理學之始基，乃由伽利略 (Galileo) 一反歷代相因，根深蒂固之傳統思想而奠定者也。伽利略發現輕重不等之物體，由同高處拋降地面，其速率之增加相同，即速率每秒鐘增加三十二呎。若以符號記之，則為

$a = 32$ 是以

$$D^2s = 32$$

其 S 卽速率，此乃一方程式，最後問曰：『 S 速率究有幾許乎？』由以上所說明者言之，此蓋可再書爲：

$$D^2L = 32$$

此又一方程式，最後乃問：各時所歷 L 長距量度究有幾許乎

此諸方程式卽所謂微分方程式，雖屬簡單，但亦係以符號表述運動問題之典型方程式。茲由伽利略所發現察究之物理事實觀之，可以尋明速率與所歷之距離，實有互相孤立之特徵。若以符號說明上述方程式，則可由此說明之式

$$D^2L = 32$$

推求得

$$L = \dots\dots\dots$$

茲請着力詮釋此方程式之構成情形。吾人對於速率與距離，常以下式述之：

$$dl = s \cdot dt$$

而加速度與速率，則以下式述之：

$$ds = a \cdot dt$$

a 既等於 32 ，是此後式即所以示每一小節 dt 時間，速率皆增加 $32dt$ 。 t 秒時間之速率總數，即各節加速度之和。但在 $32t$ 符號式中，其可變之部分惟 dt 耳，故其總和，當依降落總時 t ，爲之裁督。

因此乃可書明

$$s = 32t$$

此乃說明靜止物體開始降落 t 秒鐘後之總速率，依時間量之 t 當等於零 (0)。若降落歷十秒鐘，則速率當每秒鐘三百二十呎。其實，吾人作 $ds = 32dt$ 方程式，示其積分數，然不依附已往之習見，而另有一方法，此法極可避免數學符號幻想之深解。至此吾人更難在此專用之方程式中，求得 L 矣。此式如下：

$$dL = S \cdot dt$$

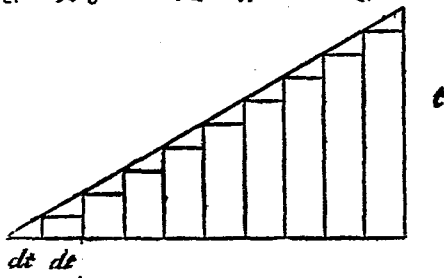
更因吾人已知 $S = 32t$ 則

$$dL = 32t \cdot dt$$

再須明瞭物體所穿過之總距離，即微小原素 dL 連續經歷之和。此種原素即距離之微小原子，由此方可推得距離之總數。降落時間由零開始，遂增至十或二十秒，皆依吾人察看其降落持久之時度而定者焉。是以寧願繁複，總合其增加數為 $32t \cdot dt$ 可也。然則其總計之結果如何？

茲置公式中之一切不論，單言 $t \cdot dt$ 。設使吾人單覺 $t \cdot dt$ 諸項之累積，作為由零增加之 t ，則 L 之總數，為 $t \cdot dt$ 乘 32 之結果。吾人可作一圖，以示此種總計方法，此圖本身即是代表一切符號之符號。

茲繪一水平線，示明一串同等微小之片斷，沿線排列，所以代表 $t \cdot dt$ 諸小部分。若由固定始點 (Initial point) 出發，繪一直線，切過 t 原素之頂點，而 dt



各線之長度，則與 t 時適相均等。譬如經歷 $2t$ 時間，其高度亦即 $2t$ 。以第二格 $2t$ 觀之，其高度則為 $32t$ 。因所歷之時間增加，第三格之高度則為 $32t$ ，餘以類推。此乃示明 $\frac{1}{2}gt^2$ 微小部分所湊成之總和，即圖中各小長方形所湊成之總積，而各長方形有一 $2t$ 底線， t 高度。設使 $2t$ 原素至為微小，但 $\frac{1}{2}gt^2$ 之總計，終為底線與高度線間之總面積。衆知此面積顯係三角形，等於 t 長底線乘 t 高度線之半。是以，其總面積等於 $\frac{1}{2} \times 2t \times t$ ，吾人通常書作 $\frac{1}{2}gt^2$ ， L 既已等於 $32 \times \frac{1}{2}gt^2$ ，則吾人可以求得

$$L = 32t^2$$

此即物體降落，經歷 t 時後，所穿過之長度。吾人現即已達於科學推算之田地。設使物體由靜止處下降，求其十秒鐘後，降落之距離幾許。答曰：

$$L = 32 \times 10 \times 10 = 3200 \text{ 呎。}$$

若物體由高 128 呎處下降，求其達於地面之時間幾許。須知 $L = 128$ ，並知無論何事中，

$$L = 32t^2 \text{ 若求 } t \text{ 則}$$

$$128 = 32 \times 4$$

而 2^2 即 4 矣。

由此乃知由一二八呎處降落之 t 時間乃二秒鐘耳。該物降落，歷兩秒鐘，即可達於地面。

吾人在數學上，對於物體運動之考察，曾與旋轉之研究，密切相比。雖極詳盡，但仍不甚完善。以精確符號書明公式，表述旋轉與移動兩者之複合運動，足使數學家力能研究絕然不同種類之自然現象，運動物體如行星與星辰，運動氣體如氣流，運動液體如潮汐與波浪。除開近代量子論 (quantum theory) 之發展而外，全部數理物理學 (mathematical physics) 皆以此為方法，以連續運動之概念為基礎。

純粹數學已如上述，皆為皮相之發展，但若加以反省，則有若干要點，自然躍現。所謂歸納法與概化法，顯係隔離法之示例。吾人所道及者，惟指陳明述之耳。吾人前所縷陳之事例，咸足證明概化法之效力廣大，較其所求得之孤立體尤廣，其推求孤立體，非以隔離為方法，而以紙上所書之記號為據，直接觀察符號與符號羣體而定者也。除開最後解釋結論之問題外，若專作純粹數學之處置，

則各數學家所具之特徵，亦將與各實驗家在實驗室中所取之經驗極相類似。數學家之證據，既不變而尤嚴正。彼不若實驗家，單證明一件事案。彼所證實者乃普遍事案，雖以特殊數字代替特殊符號之殊事，亦盡括於此證據中也。彼所署用之符號，實由殊事中隔離抽取得者，最後目視，觀察或證實彼所一律均待之普遍說明式，乃描述同一事物之不同方式。所謂證據即目視說明式之方法之實際步驟。

此說若屬信然，則特殊與普遍之分，全係大謬，若再強加區分，其危險亦不可不言而喻。設使概化證實法，改孤立符號之系統，為特殊羣集符號之證據，則所謂概化法乃屬特殊者矣。吾人當能尊之為廣事隔離之特殊事案，是以在附屬孤立體之範圍中，此法自屬有效。

第四章 科學定命論

第一節 宇宙前定之信仰，蓋以機械科學之長足進步而勃興，故在十八九兩世紀，盛極一時。彼等相信無物藏留神秘，靜待吾人思考。萬物均明陳其定律，以資考驗。科學所掃蕩之圈圍擴大不已，服從完固定律之自然領域遂亦增廣。信然，此皆科學所架構之定律也。無人直捷明瞭定律係孤立體，但在絕異境界所遭遇之動態，竟在此種概化之廣闊範圍內，愈益明顯矣。近代因有望遠鏡與分光鏡之發明，用以分析星辰與星雲所發射之光線，科學定律之領域，乃愈益迅速擴展。數學之支配法則似已普遍生效，而世界之展望，儼若一大複合之機構，其齒輪之運動，似可加以精確之前定。機構非無若干輕微之錯移處，特以其與所證實之巨大證據相較，不啻鴻鈞一髮，故常被忽棄，靜待

資料逐步增多時，始加以檢驗耳。何人開動此機構乎？何時啓始開動？何時將會潰毀乎？凡此均係思辨之問題，縱使認作合法之詢審，亦徒然爲宗教家之掩護，因彼等相信世界萬象背後，有一擬人式之神明，支配此機構也。當時咸識神明偉大，乃一強有力之技師，其力足以開動機構，咻咻不息，摩擦之機輪既由其意志開始，亦將因其意志而漸停滯。總之，神明因事勢之必然，乃使機構轉動，繼則靜待其自朽。

若著近代機械發展史，其最初數頁，亟宜紹述伽利略時代（1564—1642）。此乃登峯造極之時代，物理既多重大之發現，學識亦復新穎傑出。簡單機械之設計，都因人類之實際需求而肇興，後乃漸次能作天涯海角之探險，更且古人對於天文地理，均有信條，至此乃有直接經驗，加以淺略試驗。一五九〇年，麥哲倫（Magellan）航遊環球，海陸運輸與商業益進，於是亟需精確之天文資料，以佐航行。哈達姆商人（Coster of Haarlem）印行一四四六部書籍，是以航海知識與批評，流佈愈加迅速。甚至僻處窮鄉中之波蘭和尚哥白尼（Copernicus，卒於一五四三年），亦謂敘述天堂之文字，純爲幻想，設使承認地球與行星繞日環行，則極易於了解之矣。此事視若輕微，無關重要，但實

暗損古人信條，而自身則受萬世崇拜，尊爲真理焉。

愷布來 (Kepler 1571-1630) 生與伽利略同時，性喜考查天文資料，極能精慎；當時數學尙甚粗淺，頗覺掣肘，然終證明哥白尼之地球運動觀，未嘗不可以用較簡之定律，加以敘述。地球與其他行星實可視爲繞日環行者也，其與太陽連接之線，以相等之時間，掃過相等之幅員；每次公轉時間之二乘方，適與太陽距離之三乘方成比例。何以必需遵守此種定律，彼則不能明言。彼但以此證明上帝之工作，既甚完滿，復有數學齊一性在。自是三百年後，甄斯爵士重新發現建築宇宙之大匠，原係純粹數學家也。

伽利略採用科學家之分析眼光，探察其四圍之世界。伽氏重新發現振子原理 (principle of pendulum)，因昔日亞拉伯人早已識之也。彼以爲精確規定振子之長度，便得其搖擺之時間。此乃動力學發展之初步，而動力學即研究物體運動者也。於是伽氏得一精確之工具，量算瞬息分段之時間，使運動與運動物體互相隔離而各孤立，更爲後代牛頓等解決基本問題，使牛頓等逕直緣梯上升。無知而橫霸之教會壓迫伽利略之史實，乃盡人皆知，無容贅述。伽氏不藉古典威權，而以

物理學之實驗方法，推翻重物落地，較輕物迅速之信仰。其所謂齊一之加速度，即吾人所稱地面拉引之重力。彼更創發科學之儀器，證實其說之精確。伽氏創造望遠鏡，發現金星之狀況，並着實證明哥白尼學說與愷布來定律。當時經院學派（schoolmen）與神學家大肆猖獗，致使伽氏之發現，幾不爲人所注目，但大商店及唯實派（realists）咸喜利用其新創之光學工具，教室則視此事實有害其宗教威權。後以伽氏一心戀棧於故鄉，遣返羅馬，繼即被傳，懲其說爲異端。教會警告，並將其著作列入禁書目錄（index），但並不足阻礙伽氏對於真理之宣傳。伽氏對話集（Dialogues）出版後，年適七十，羅馬仍強使此偉大之學者，當衆反悔。此一歐洲最大之思想家，後竟被囚禁矣。

愷布來與伽利略時代所奠定基礎之宏大建築，何以必在英國始能造成，多有歷史之理由在焉。在地理上，英國與歐陸隔離，力足克制教權，故其所處地位，頗宜思辨理論問題。此非當時研究科學者自具內智，有心造成者也。反之，彼等亦受限於當時經濟之需要。英國乃一強富之商業國家。國內製造方法既有擴張，則必亟謀國外貿易之推銷。僅就工業、運輸、商業而言，需有軍力爲之輔佐，於是需要解決新機械學之問題，以使船艘與砲彈之運動，不受阻力；探究機械各部之交互作用，觀察

天體之位置與運動，測量潮汐，創造觀察之工具，最後並及力學，光學與光線之理論問題。若謂牛頓亦因商業之需要，而有攻討此種問題之動機，則又大謬不然。牛頓（1642-1727）乃一天才，彼視當時之問題純係散碎小技，徒足提示無關重要之孤立系統。此種原料，在牛氏數學著作中，絕少遺跡。著作印行之前，彼極審慎校訂，但其深趣仍在工學實習（engineering practice）方面，此可見於其信札中者也。

牛頓之巨著即自然哲學之數學原理（*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*），原係論述數學之作品，論述運動之幾何學，命題相接，頗有邏輯理路。一若歐几里德之幾何學，其公理與假設，證明與結論，各自成爲孤立系統。縱使未能詳示質量（mass）與力（force）諸種概念，但可視爲純粹數學之論文。現宜採用批評態度，評述其結論，因其結論多係機械論進步之根據，而機械論在百餘年前，竟爲改變生產方法之有效武器也。其結論多有關於運動及其表徵。熱之現象以及各種能量較變之形式，均在牛氏著作中不佔地位。此乃後來始發現者也。牛頓第一定律謂：凡物若無外力阻擾，則靜者恆靜；而動者恆依直線之路，等速進行，永無已時。此乃一無物理佐

證之定律，純屬假設。需知吾人茲所論究者，乃科學分析之初步，科學運動之早期。今日則不然，若欲說明此種有普遍性之命題，不必指陳實驗理由，以證明物體乃可隔離其位置與運動之系統，則等於說明其不必適切於所論究之物理實在之物。設視此律爲檢查外力（force）隱逝之試驗，但不幸又無檢驗物體靜止之法，奈何。此辭能有何種實驗之意義乎？一石存於月球上，依月上居民視之，並不受外力之影響，依地球居民視之，則運動迅速，亟受外力影響，孰是孰非乎？是以第一定律中之兩觀念，外力與靜止，成爲不可界說或量算之名詞。靜止乃一相對之名詞，譬如余謂靜止於此室中，靜止於地球上，皆屬相對之意。適合於靜止者，亦必同等適合於直線之運動。由月球觀察運動，其表像必與由地球所觀察得者迥異。

第二定律亦有同等之困難；其律曰：凡物運動速率增加時，其所遭之外力，恆與加速度之量，及物體之質量相切合。何謂物體之質量？縱使加速度，亦如速率與靜止，乃一絕對而非相對之數量，但此徒使吾人多一單個之數量，此卽外力對質量之比（ratio）耳。設此諸端均能成立，則此定律未免過於偏頗。吾人固知其有所利助於地球上之觀察者，但在空間時間中，顯不生效，而空間時間

又爲普遍定律所需具有者也。何謂外力？在未量得外力之前，若欲賦以科學效用，則需公衆與以承認。然則無體無形之外力，如何能爲吾人觀察得乎？

上述諸多困難，乃迫使數學家，不得不察究力學定律，使其脫離觀察者之殊象，而獨立不變。其成就最偉大者即愛因斯坦（Einstein），但其目的，僅求再造吾人通常之空時概念耳。

定律既已專門化爲牛頓之定律，包含精氣論之（animistic）外力觀念，以及絕對靜止與直線運動之空泛的孤立系統，設無各個前人，共同激起科學運動，曷能奏如是之功效乎？其實，應用此律於理想與自然孤立之問題，則外力阻礙之概念，有如貪私之官吏。力乃中介體，迅現迅逝，不能固持而加以計算。譬如投擲一石。據云每秒鐘之降落速度，當每秒鐘增加三十二呎。若懸石於彈簧天平（spring balance）上，則此彈簧必有若干度數之伸長。生與牛頓同時之胡克（Hooke），造一定律，以合彈性物體，如彈簧，在外力作用下之伸長規則。胡氏定律說明彈簧之伸長與所受之外力成正比例。外力加倍，伸長亦加倍。設以石繫彈簧，平放光滑之桌面運動，每秒鐘增加速度十六呎，則彈簧之伸長如何？此問題中實無關於外力。設使加速度與外力成比例，則彈簧之伸長亦必與外

力成比例，於是彈簧之伸長又必相比例於加速度焉。是以無需關於外力概念，而知彈簧之伸長，適等於原有伸長之一半。此乃科學之推算也。但需運合胡克定律與牛頓定律，即足以明事象，外力奚爲哉？外力實係不需品。

牛頓系統之推算方法精密，故已儼若明晰機械式之自然觀，一如工程師所欲視爲目可親觀之自然觀矣。牛頓本人雖極信仰宗教，崇尚中古之神祕主義，然彼確曾首創命論式之科學體系。當時尚有萊布尼茲，歐陸最有天才之數學家也，曾與牛頓同時發現微分學，自以爲褻奪神明之生命屬性，而奠定自然宗教 (natural religion) 之基礎。

牛頓萬有引力律，佐以微分學之數學技術，頗足清算天文學中之全部問題，加以完妥之解決。又造「原子論」式之說明，以便應合宇宙原素隔離其環境而孤立之情形。依牛氏之說明言之，宇宙每一粒子均發生「力」，以互相吸引，其「力」適與兩粒子間距離之自乘方成反比例。此乃形成有名之平方反比例 (inverse square law)。

此律亦依外力概念構成，若與牛頓第二定律合併，則外力概念可以棄除不用。此律說明物質

粒子，除其週遭而外，均可視為孤立系統，其他鄰近粒子將向之吸引，其吸引之加速度，適與兩者間距離之自乘方成反比例。既因質量互相吸引，而實地量算加速度，斷其精確程度甚高，則此情勢可以視為合法之孤立系統。視乎天文學之資料，嘗由此假設，而有極多靈效之推算，即其深遠之證據也。

牛頓及其繼承者所處置之一切，亦不容吾人忽視者也。方法雖各變化多端，然均主張宇宙可以化為物質粒子式之概念。衆皆默認牛頓所述之不變的『特性』(Properties)，果密繫於粒子，則由此特性之匯合，依純數學——甚至幾何——之方式互相作用之情形出發，吾人未始不可推知物質之羣合行為。其顯著之例即愈接近天文學之方法，其推算之精確程度愈大。此種推算之憑據即其成效 (success) 耳。此種方法之成效亦當具有有限度。其證明嘗祇限於較小之天文學範圍中，物質於此，乃稀薄散漫於空間者也。甄斯爵士陳明在此範圍中，星辰猶如航輪，其最普通之輪船，距最鄰近之輪船，亦當有一百萬英里。是以星辰接近吾人，乃世所罕有之事。然則平方反比律，對於有限環境之分子距離 (molecular distance)，未能生效也。由吾人地球觀之，諸多天體似極

龐大，但其必爲孤立系統，乃無足驚怪者也。牛頓定律即余所稱隔離法之特殊者，嘗因分子距離與星雲距離 (nebular distance) 之兩相絕異，而闕然崩潰。但余非謂此種既經證實之推算，全歸無效。僅欲指明情勢已自變化，需求另有表示之方式耳。設使全體宇宙觀可以合一，以一定律概括所有境界，則科學家之美感，將更深刻化矣。

第二節 設使申稱前人所發揮之方法與說明，頗適合於醫術之解釋與應用，且推算羣合物質之機械式之行爲，既頗著成效，茲則應轉而研究「生命所寓」之物質形式矣。有生物質對於吾人至爲重要，因吾人所寓者即此物質也。吾人察視自我之行爲，終不若吾人察視自行車或蒸汽引擎之行爲之公平無私；蓋以吾人與吾人之行爲過密切焉。凡慣於觀察人類行爲者，必常使他人自訴或供述其活動，以聆取其最怪異之說明與動機。吾人嘗能將自行車，或其局部，與其環境隔離，藉此隔離之法，乃爲推算而分析自行車。吾人未嘗能隔離自我而中立也。「人爾當自知」乃一無可從命之令。實則吾人未嘗由環境，發現吾人所具之孤立的附屬系統。縱在其他生物研究中，吾人亦未試用技術，把握有生物，若吾人把握無生物然，技術雖有進步，亦於事無所濟。貓據桌面，舉爪踏落。

貓需經過拳蹙與伸拉之複雜程序，始能踏落其足，而吾人天性，則謂貓自知其所處地位，始有此種微妙之衝動，於是乃自適應之，以取適當之姿態。當吾人研究沉重之標槍擲出，何以槍頭常向下落時；吾人決不能以動物之動機，作一說明。就此一點觀之，吾人似已超出愷布來，因愷氏對於行星循軌運動，尙信有精神外力，爲之推進。今日吾人已不再用動機或精神之推進力，附麗於標槍，而作爲其「特性」。觀乎無生物研究方法用於生命有機體之研究上之爲時無幾，觀乎新問題之繁複紊雜，均可測知吾人在此方面之進步，實極顯著。昔日之神祕主義者均信生命體之所謂有機物質，蓋與無機物質，略有不同，今則知其大謬不然。人類身體猶一工場，其產品無有不能再製於實驗室中者也。用於大小機構而頗著成效之方法，漸亦可以說明人體內部之化學及力學機能。但人亦若他種物體，縱有軀殼內之實際體質，表露其外表行爲，未必遂能縷盡其曲奧也。茲若專事研究「全個」身體或「全個」器官，則首當以實驗查明所研究之對象，是否可以視爲孤立系統；設使不能孤立，則當查明此系統需羅置幾許環境，始能實地孤立。易言之，經常不變之「特性」，果能附麗於器官，或兼附於器官與其環境，而後遂以此種特性，說明全個身體，位處於舊有環境中之所有行爲乎？

一舉目，便知事實未必如是單純。此說雖極明顯，但未必能生任何有效之結果。蓋人本身即為較大社會之原素，而包括人體之社會即人之環境也。

吾人若欲說明幻變社會中之人類行為，即為社會所含人類原素之交互行為，便應附麗不變之特性於各個人類原素，使較大社會成為此種特性之總和；一若吾人為欲說明行星複合系統之整個行為，即為各個行星之交互行為，而以吸引力 (attractive force) 附於各行星然。社會乃各原素繁複交錯，縱橫穿織之環境，其團結之緊固，實遠過乎行星物理學中所言之行星情形。天體絕無社會生活。甚且在生物學上，推定人為社會動物，察其行為，以資精切研究所反應之社會。實驗科學則重在蒐集資料，規模宏大，務使所有孤立系統分別清楚，便於考查量算。吾人惟有如是，始能發現人雖為可以試驗之孤立體，但亦自具人性也。

生物學乃獨立之研究，尋求單純刺激 (stimuli) 之簡單反應 (reactions)，設使由此可以推論社會之複雜刺激之反應，則社會學必與生物學並行，分析社會構造與其中之孤立系統。譬如吾人現已深知某一民族之地理環境，與其所領管之物質來源以及技術準備，便可明確劃定其所

有工業之構造，生產所用之方法，以及社會層段（social strata）之形成矣。若以此種因子研究社會史，既足示明社會與工業等構造中極顯著普遍之變化趨向，更可解除守舊派與革新派之嚴陣相敵，奪取霸權之仇恨。研究家族與種族在生物學上之構造與在發生學上之特徵，詳加解釋，未嘗不可規劃人類發展之廣大境界，並可創設方法，由今日視爲無疑之特徵，清查前代之民族。如此研究行爲模式之構成，必可進而表明社會制度與社會層段，決定吾人操行與選擇力之情形。其中最重要者即爲言語行爲之起源研究，嘗能判別人與低級祖先之不同特徵，並示人具好作探詢之特性。諸如此類之情形，皆與進步，發明以及社交，密切相屬，而革命之影響，實使人類不留滯於螞蟻社會階段之主因。

此類因子爲數無窮，在社會全景中，均可視爲孤立系統。若與物質科學所研究之物質因子相比較，則此因子似有一廣茫之背景，然吾人據此，仍可明瞭模造變化社會之因子，惟不甚正確耳。若謂此種因子代表物質，由此立時，或在相當時，對於個人行爲，能作嚴密數學定命論之斷語，遂張大其詞，使字義超出定限。由配景之法則觀之，距離詳細複雜之情形愈遠，則社會發展之體系愈明，而

繼起之後此重大變化，更可確切加以推算。唯其如此，吾人始能判定其至少在社會學領域中，當可辨明一種普遍而具歷史——地理——生物性之定命論。然在某種特殊問題中，咸無詳明數字之專載，能使推算具有正確性，或能以之估定事件之或然性，是否具有準確性，是以遽然對於孤立系統如社會，或附屬系統如人，作科學定命論之談，似嫌言之過早也。

竊以爲此種特殊問題，尙可以用統計方法，加以處理。在一變化滯緩之社會中，其生產與地理之局勢均甚穩定，孤立體可以明瞭，而其變化速度亦與其他變化特徵互相關聯。此種孤立體亦與自然科學中所可量度之性質相若。全體「人民」乃較大之孤立體，果係孤立單位或混亂原子組合而成，則此統計方法，必能適用。各種科學之根據，不在先天之假定，惟恃其所作推算之成效而定也。果有此種孤立體，必然顯露，因人民變化遲鈍，工商業規模宏大，皆統計方法力足實地加以處理者也，然亦需借助於精細之檢查機械與高深之數學理論。除在變化不甚迅速之境況下，此種統計方法亦頗難具有成效可見。此種推算亦只相關於集團或民族，絕不適於集團中之單個分子，然而間接加以推算，亦未嘗不可。

第三節 若恐所取態度，即前所陳之客觀唯心論，則請詳究物理過程。此乃可以隔離人而中主之過程，察其是否可以中立，即可標示科學定命論之方法，是否行將宣告崩潰。

依通常之科學程序言，吾人必需以批評之試驗，判斷定命論何時而如何表彰出者。世界作為統一之過程，初視之，似不能否認任何時刻，皆可發生任何事物。吾人若謂世界景象，在明日者仍若今日者，則可能性似極少。如此籠統之論法，問題似極廣大而繁雜，因各部分間之關聯，顯然易於疏露也。一段過程在地心中現或已成熟，達於極度，而成明日安德斯 (Andes) 地方之大地震，在一星期後，或竟自成大西洋氣候變化之因素。此屋果能發生乾蝕，經歷一定時期，則此屋隨時可以塌為平地。世界充盈偶然事變，片段過程，吾人稱為「事件 (event)」，其孤立之系統，現雖暫不明瞭，但經若干時期，必可形成具像，而為吾人目睹也。吾人對於此種事物，可以漠視，然其終係未來科學研究之原料也無疑。若謂世界是否「全整 (as a whole)」加以斷定，乃疑問之至愚矣，因答覆無所不包之問題，實無相當之基礎原料，為之根據，亦永不能為之。若欲對此問題有所置答，不啻默認科學乃一達於完成之過程，非發達不已者，因科學亦係變化世界之一部分也。是以吾人必需察

視已成研究對象之世界景象，而後始能綜合而作可以理解之問題。設使科學發現其所研究之世界，係定命論式者，則其次步即應尋求證據，以示此種特徵，並不限於科學所能處理之孤立系統。

然則定命論如何現身於科學乎？吾人皆知科學目的在綜合直接或間接影響人類感覺之事物，形成事物行爲之定律。余所謂間接者，惟指一種作用，不立刻刺激赤裸之感覺，而紆迴曲折，始能影響感覺。吾人不能目睹虹外之電磁波，然而，波長若短如紫外線 (ultra-violet ray)，必可感應攝影底片。波長若長如無線電波，則可發出鬧聲。

行爲定律常對過去所見之行爲，作概括之說明。除此而外，別無所能。此種定律但以過去之證據爲本，對於未來能否生效，則不敢保證。由此觀之，在科學以及任何中，實無所謂定命論也。在空間中，定律之效力亦只限於觀察所能及之境界。若無保證，則定律之效力必致超出其所根據之嚴緊事實，而其所述之行爲，益足表彰科學世界中有定命論。吾人試驗定命論之效力，惟有賴於創製定律之可能性，蓋此定律可以精確說明與推算事實，而此事實又係獨立發現，堪爲定律之基礎。科學家則以爲推算，說明與定命論乃息息相關者也。科學試驗定命論，全視其預見 (forecast) 之成效。

而定。科學家雖各憑信己見，異說紛紜，然終加以掩飾，從事假定科學所選之材料，頗含創製定命論。吾人若一回顧科學說明之史蹟，便知推算應有三種。

第一種推算即在說明十秒鐘或千萬年後之事，但其肯定程度各有不同。吾人若取一定數量之食鹽與硫酸，在一定溫度之下，互相化合，遂能精確推定若干時後，產生幾許鹽酸。此種推算乃一切工業科學，工藝學以及工程學之基礎。設若此種推算果不靈驗，則近代文明與近代文化，勢必粉碎。社會之安全亦依此種推算之實效而定。火車、橋樑、發電所、報紙、無線電、以及各種運輸，皆爲此種推算之真憑實據。由此推算之經驗，人類乃發而爲一種行爲模式，據此個人希望之感，而各建造其生命焉。故人類語言中，充斥此種推算。蓋因吾人希望事物，而事物嘗不生。因事物發生，吾人乃希望也。此種定命論無世無之，然不甚明顯，故極端反對定命論者亦不之責，個人與國家元首皆據此而作計劃。

第二種推算乃超出實驗證明之境外，反溯過去。某種崖石如何形成；地球在遠古時如何因一流過之固體星辰，而射出太陽之氛圍；某種化石如何流傳至其所在地；地球在某時代如何爲怪獸

所據住。詳明推溯過去之證據愈增，共同之特點漸能孤立，於是概述過去，而成進化論 (Theory of Evolution)。若能擴大字義，則此未嘗不可作為推算，惟需滲用演繹與歸納，而後始能有所用焉。但此推算嘗與說明之用義，混一難分。譬如一切推算，較純然靈感之宗教預言尤甚，或由摩耳曆書 (Moore's Almanac) 中抽取得者，雖以說明之方式表述，然均有一不可證實之假設，為之肇端。此種推算但能申述星辰。若在某種情勢之下，穿近太陽，則現時所想之情形，將必實地出現。此或即合乎已知事實之惟一假設，亦即最屬單純之假設。唯其如此，凡根據目前已知事實之推算，遂與合乎將來發生之事實之推算，不必方式盡同。嘗各執一端，有所證實耳。概化理論若進化論，終係一理論也，因其聯合一羣不同之資料，牽強成說，裂痕四出，而資料又各據個人之推算，故無不落入此一老套。

常人以為此乃兩種主要之科學預言，嘗作日報之補白，駭人見聞。第三種推算亦係回溯過去，但不幽遠，常有歷史檔案，為之佐證。是以根據行星現狀之研究，頗能推算罕穆刺俾 (Hamun-rabi) 朝代，必有一度全日蝕，為之佐證者，歷史之記載也。此與判處罪犯中所用之偵查工作，同一

步法，特以數量表述之耳。

推算在科學廣大範圍中頗具成效，等於示明科學在說明上頗有成效。構成科學之孤立系統，始有材料足供精確之把握，量度之敘述，並說明其數字關係。於此始能作一準確之說明，顯有界限，使孤立系統能與隔離，而猶生效。科學之成效與定命論之有無，實與形成此種系統之可能性嚴密相關。不肯承認定律則已，苟欲有所承認，則需測其在一定境限中，能有幾許推算之效力。

第四節 此種研究頗具成效，然其題材 (subject-matter) 大多限於平常函度之空時間之事物，此種空時函度即人類經驗之世界，而且吾人不能否認，推算乃世界之特性，是以科學所定命論之作用，亦不能否認矣。推算所能及之空時範圍，當有賴於實驗，但欲擴大範圍，而不淪於損害實驗研究之錯誤，則有數要點需加注意者焉。科學所提出之定命論方式，無論發揮至何程度，但終係存在者。其根據即必然之證據也。

過去三十年間，自從質射作用 (radio-activity) 發現以後，對於物質構造 (constitution of matter)，猶作嚴密熱烈之研究。三十年前，多以化學方法分析物質，碎為化學成分，總計有九

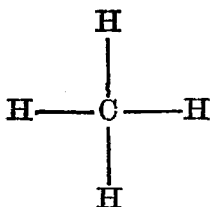
十二種原素。自孤立系統成立以後，物質體 (material object) 乃具一羣「特性，由此」抽取原子 (atom)，原子存在儼若孤立體，但不直接爲吾人明瞭耳。特性所着之原子，在性質上與數量上均足代表其所自源之粗大物質之行爲。此種特性雖非純然，但大半屬有化學性質。各個物體所表示之硬性 (rigidity)，雖有程度不同，但其終屬物理性質，不易謂爲化學特性。通常乃爰此主張鐵棒雖自由向各方向運動，然其原子則有互相吸引作用，其所保持者惟其棒形耳。設使以此一團運動之鐵原子，並不能產生棒之硬性，但毫不影響棒係剛硬之事實。吾人原欲設法分碎鐵棒概念爲根本成分，各成孤立系統，然此計劃似已失敗，而需另求其他孤立系統矣。僅就鐵棒本身而言，此事並不顯著，因太陽系中需求單個孤立之成分，爲系統之原素，散漫大空，非若鐵棒固結一體，固此失敗實無關於宏旨。

其實，此種情況直待質射作用發現之初，始有變更。以前均視原子爲一檯球，自具特性，力能說明與推算甚多事物，但於若干明晰事實，則不能詳盡也。於是在發現上起多次革命，表示物質中可提取微小之電荷 (charges of electricity)，內分陰電荷與陽電荷，其射出之速度，極堪驚人。

於是物質碎裂而爲電氣。至於後來物理學家新創一列原子之孤立附屬系統，吾人似無庸詳述矣。原子中包含一陽電荷，此乃原子中心核也，安於核中而以迅快之速度，不同之距離，環繞核心者，卽微小之陰電荷（電子）。吾人現在應知此卽原子之附屬系統，而原子本身又係物質之附屬系統。物質乃吾人感觸者；原子之情形吾人則未嘗目覩之。雖有巨大顯微鏡，直徑幾及數千倍，亦不克目覩之，故欲更求深解，亦屬事之不可能。設使原子端賴顯微鏡而存在，然吾人永不能親眼覩之。雖然，由原子論出發，推證大批事案之演繹仍層出無窮，由原子論造成之推算亦不知凡幾，實足表明此種孤立體，實有多種之效力。譬如氣體分子運動說（Kinetic theory of gases）之根據，卽在假定氣體包含數目甚多之原子式之檯球，其射擲也散亂無章，方向不定。氣體壓力盡由容器壁間之粒子爆發而起。其實，不難說明此乃完全之孤立系統，此種觀點實包含波義耳與蓋·呂薩克之氣壓定律，此律已述如前，茲不贅論。因此散亂竄射之檯球體積，乃可視爲一全系統，與宇宙其他部分各自孤立者也。單個原子不能目覩，若謂其單個存在，則犯嚴重之錯謬矣。科學家數十年來，均口頭習慣，不加反省，常視原子有獨立存在之情態，而又無以名狀。

微小粒子在液體中，停滯甚久，忽有振動或他種擾亂影響，使之分化，再以高倍之限外顯微鏡 (ultra-microscope) 察視液體，則見粒子跳來跳去，毫無規則。粒子愈小，則其動作愈現靈活。吾人由此可得說明，認為粒子較液體之單個原子或分子大，易與前後左右之運動極速之檯球，發生碰撞作用，猶之身體肥大之人，與四圍匆忙嬉遊之兒童，易生衝擠然。由此觀之，其碰撞作用，固可以用現實觀察加以推算，加以證實也。此固一方面已有曾經證實之推算與說明，但另一方面仍有賴於學理。此種學理之證據，乃偶然之事，一團孤立氣體之擦力 (viscosity)，溫度與能量，均與速度密切相關，因原子四處迅速發射，互相間易於發生衝撞，而致停滯；因此乃有專門研究氣體之熱力學 (thermo-dynamics)，小至引擎軸積之內部情形，大至星辰之內部情形，無不加以推算與說明。若欲適應化學之需求，則應假定不同氣體中之原子，各有不變之特性，其實此種特性，即普通經驗以實質 (substance) 所說明者也。科學則另有新奇名詞，表明此種特性，嘗稱之曰：「化學化合力」 (chemical affinity)。譬如碳 (carbon) 對於氫 (hydrogen)，有一「化合力」，此種化合力則在此而成分和合為沼氣 (marsh gas) 中見之。氫原子在此方面無甚功能。氫原子惟有一方面

之化合力，而碳則有四方面之化合力。沼氣乃表現而為



四氫原子與一碳原子化合為一，畫為此圖。既已固定之符號，移置孤立體於紙面，則代表原子團聚之字母排列，亦已示明具體之孤立體矣。設使碳原子各據四面，氫原子各據一面，則



等式，亦曾代表任何實質乎？答覆曰然。此諸實質當係目觀而發明者，是以此種學理與其原子圖之

孤立體，顯然更進而爲有效之發現工具也。

然而，一切經常之物質特性解爲此種原子圓球，何以不致擾亂孤立體，使成不能處理之物乎？此事至不易解。實體雖被割碎，但何以仍能保持形像耶！結晶體，膠狀體與液體之異點又何在乎？此種問題之答案，種類繁多；但亦徒使簡單原子式之孤立體，激增繁複耳。

科學家仍心懷無窮之希望。故其更進欲以電子說闡明物質。陰陽電荷均由物質發射出者，是以科學家視之爲原子之附屬系統。單個電子，一若原子，不能觀察或觸摩，然其運動迅速之電荷，蓋卽光速度之明細部分，其影響可用他法知覺者也。因此吾人所謂電氣，究由物質發射，固屬無疑。至於電荷排列對於陽原子核之關係，猶覺糊塗不清，但有效之說明，仍見與日俱進。譬如設想原子乃電荷之集團；電荷所靜止與運動之層面，由原子中心陽核起，有高低之不同；陽核中有陰電荷，足以增減分別孤立之特性數量，此種特性卽配定原子之主要成分。由此觀點推之，最簡單之原子似係氫原子。氫之原子重量最低。原子重量之表格名爲原子數。氫有原子數1。其核心包含一單位電荷，更有一陰電荷——電子，但無電荷之定量。由物質中取出各種陽粒子，其質量則相同，然電子祇有

其質量之一千八百分之一。所以原子重量當以陽核心爲主要，但亦必需電子，或具氫之電荷。更較複雜之物質皆由此種化合物構成。氦 (Helium) 係原子重量表中之第二位，較氫重四倍。其中含有四陽核心，外圍以兩陰電荷。氫乃多兩陰電荷，環繞於外，而且模型亦堪稱完滿，足應電子論之迫切需求。電子論之證據卽此。譬如鐳 (radium) 所發射之陽原質點 (alpha particles)，固卽取去外圍兩電子之氦原子也。於是諸多孤立體之啞謎，如此融匯貫通焉。

實驗證明原子重量之一部分，不能全數，由此理論加以說明。原子重量固有賴於核心或「質子」數目，但其化學特性實有賴於核心電荷，而此電荷又隨附從之陰電子數而有變異。例如阿斯通 (Aston) 說明吾人化合若干種氣體，便得氫，其原子重量則爲 35.456，但其動態則各不同。依一定比量，加以化合，則其原子重量係分數價，而非全數也。化學「化合力」如此而與吾人所謂原子之孤立系統緊密相關，現似頗蒙原子外層之陰電荷之影響，是以應有餘境，以便中心核之吸引力有所穿透，並定化合方面，而使原子本身合適電荷之裝飾。過去三十年間之原子疑難，能以今日電子孤立體與團聚體之景像或附屬系統表述之者，實無幾也。原子在科學之說明，推算，與發現

均甚猛進之時代，尙係有利於某種目的之孤立體，今日則全歸無效矣。

若以簡單之原子行星系統，遵守太陽系所遵之定律，顯係不完善之孤立體。竊以爲較滿足之物仍爲「物質」。原子純係附屬系統，使孤立系統，由空間與時間，淪於不可直接目觀之境界。爲欲建造此種附屬系統，吾人欲試使經常粗大之物質，繼續隔離惟有物質實地發生作用，始有理由使運動隔離物質而孤立，電子由物質迅速發射出來，顯係負有電荷之粒子，但衝撞於金屬片，立即失其粒子之舊樣，而幻變爲電子波浪系統，此誠令人咄咄稱怪。然吾人不必有所疑懼。設使合乎廣大分裂之物體之孤立系統，仍適宜於此種有限之方式，則此幻變乃至爲明顯者也。但通常空間與時間之孤立體，並不明晰適應此種限度。

本節所討論之要義約有二點。第一點，所謂電子行爲之特質，純係遮掩此種爲說明而形成之孤立體之缺陷。雖則繼續努力，製作附屬系統，聯合而成粗大物質中之動態，然而適當之附屬系統，迄今猶未發見。此種努力研究之預定範圍適已達於邊境，是以出乎詳明考究之境外，必入數學家消閑之獵場矣。數學家在此自求娛樂，隨意着力創發一種附屬系統，以應既成事實之電子，同時組

合之以「說明」原子之廣大行爲。此固至不易解之問題，沿此正統理路，亦恐不能加以解決。因物質雖可碎裂而爲單個原子，孤立時具有分離不變之特性，然在原子互相躍入環境，聚合時，所表示者不必即此特性。原子雖可碎裂而爲陰電子與陽原子核，但在此種碎裂物團聚而互爲環境部屬時，賦此不變之特性於單個原子，未必能引以爲滿足。此種糾紛蓋因數學名詞需要。七度空時(space-time)敘述兩電子行爲而起。然而此中並無任何神奇奧妙。此意非謂兩電子惟在七度空間中，始能生存。但說明數學家致力於「分裂物質爲」電子之問題，實驗家之方法則反乎是，「建造物質以」數學家之電子。此則純由數學說明法中所起之困難，但物理學家與數學家間之根本不同，亦清晰見於斯處。

第二點則直接有關於推算問題，致力於此之科學說明家，爲數甚多，均極熱心說明科學如何證實一種基本不定性(basic indeterminacy)。茲述其發生之原委如次。吾人於數學的物理學中，爲欲推算行星之運動，遂求知其位置與速度，並用普遍定律支配其外來之加速度，以便精確臆測其未來之位置。愈能精確臆測其原始之位置與速度，則此推算愈能精確，科學家非哲學家或邏

輯家，故其方法雖證明有效，然仍殫畏煩難，而不分析其施行手續中所暗含之假說。人有評述其方法時，必知所依據者，乃粒子，速度與位置，可以孤立而為分離中立之系統之蓋然性。據此可以造成古典力學，即足證明此種隔離法，實適合絕大之實際境界。但數學家所熟識之問題，則另屬一類。彼乃論究中等體積之物體，以緩和速度運動之情形。吾人但以電子為一孤立系統，判定一切孤立體之中立存在性。於是吾人似易質問是否在此情況中，吾人乃可斷定位置一定之物體，既能繼續永存，則應隔離其速率乎？

余在前數節中，已屢縷陳是點。茲則似宜充分陳明例證，表述吾人為電子之函度與速率着想，乃有組合精確度之限定，有此而後始可量算其位置與速率也。縷列位置愈能準確，則判定速率愈難準確。其實兩者不能隔離而各中立。此乃經驗之事，乃以實驗證據為之基礎，數學推算方法自牛頓以後，施用頗奏成效，至是乃蒙極重大之限制。蓋因吾人若視電子，猶如石塊或行星然。皆為位置固定之物體，則詳明之推算不能施用矣。吾人皆知一切定律，一切科學方法，均為隔離之定律，隔離之方法。隔離之有效範圍，實足限定方法之效用。除開自明之理 (trivial) 而外，別無所謂廣泛有

效，放蕩無羈之定律。本篇之自然研究，至此爲極限矣。茲所論列之意見應能成立，待有適當孤立之附屬系統替代簡單之電子，有適當之數學技術促其進步時，余始宣告取消。

科學發現其推算失敗，而再造其時間，空間與物質等概念，已不僅此一度。譬如古典派之牛頓萬有引力律，對於時間，空間與物質等孤立系統，極有精確論述，設法推算與說明水星之近日點(perihelion)，但愛因斯坦則有新孤立系統之形成，乃對近日點嘗另有所論列。

等五節 上所論列，於定命論何與乎？一九三〇年三月二十三日，艾丁頓教授播音演講，詳論「科學與宗教」有云：「據吾人近來細察物質宇宙，終不能見赫毫證據，有所益助於定命論。吾人對於「自由意志」之直覺，似無庸更置疑議。人類惑於存在之神祕，乃由心靈深處，發聲大呼：「果窮究何物乎？」對此來自感覺器官之經驗，實無確切之答覆，但謂：「窮究原子與混沌 (chaos)；窮究包羅千萬漸漸轉近滅亡之地球之宇宙；窮究引量與非對易之代數。」」

艾丁頓誠屬天真純樸之人矣。所節錄語頗隱現其氣概。由其科學著作度之，余敢設想其最大之樂願，即在證實數學研究一若物理學研究之真實，在貢獻已見於既經證實之大批科學推算，在

決定自然界之未來作爲，在使定命論之方法應用有效，並致力尋求定命論方法之效力。科學時代之物質成績即基據此種推算，此乃大規模之定命論也。深加分析，亦不能有損上述事實，於是艾丁頓耗費其科學生活之大部分，擴大定命論之效力範圍。艾氏觀此明顯之事實，於是斷定世無絲毫證據有益助於定命論！此乃大刀闊斧掃除一切之說法，就其表面之價值言，不啻指陳過去科學推算，全係幻謬之論，而其自己一生之工作，大半毫無根據。然此當非艾丁敦之真意。其意云何？吾人惟有以極專門而有限之用意，了解其說素焉。吾人已知實驗科學家之研究範圍，如何由廣大之宇宙減而至於微小之部分，其概念已由物質，而粒子，而原子，降而至於電子矣。吾人希望能在中立環境中，形成孤立系統，然其方法已愈趨愈難，吾人蓋亦已知之。吾人在此減縮過程中之每一階段上，非因實驗證明環境某部分可以不顧而加以疏忽，則以更屬固。有（內在的）之特性緊附與更小之孤立系統。階段愈低，設能發現任何適當之孤立系統，其發現之困難必更急速加增，因充分精密之實驗技術，限於視覺能力，而困難大增也。有時此種困難竟至無法解救。所以推算較易適合於大規模之手術，因其孤立系統乃易研究之題材；此種推算在某時期必會崩潰，亦非不自然之事也。艾丁

敦之用意實已盡於此矣。科學在「化除原子」之過程中，意欲應付此種無可解救之困難；此一事實已可視為「推算」。此乃科學研究之主旨，當必有所推算。此乃隨形成孤立體之方法，隨科學說明之性質，而生之事件陳述。各一系統僅有一種限定之效力。吾人既漸下降，由大及小，必達於此絕境。之情形，蓋已類能明瞭矣。

艾丁頓如何深刻窺見此種基本不定性，然後立意掃除前此大規模之推算與定命論，而決然斷定曰：「吾人終不能見絲毫證據，有所益助於定命論。」竊以為艾氏蓋由數學說明之立場出發，而進探問題也。彼既不若吾人，復不若實驗家，不由彼所尋見之宇宙出發，而反崩裂之，察其構造之樣式。凡申述由何處與如何推求某物，並指陳其變為何物，皆艾氏所不喜之說明也。彼取吾人由連續之孤立系統所可想見之最元子化之原素，並視科學家所稱之宇宙即此原素組合而成，設使原子係實驗家所可隔離之最小物，則艾氏或取電子為出發點。設使電子係實驗上最小分離之系統，艾氏在必要時，或以非對易之代數所施用之符號為出發點矣。數學家常由低一級處出發，設使數學之本分，即在向實驗家提出新探險之境地，則斯舉頗稱公允也。是以艾丁敦嘗由此種原素，上而及

於更大之組合體；彼更因此，而使更大宇宙之論式，基據擬想。世界之正當推論，而此世界即聚此種孤立電子而成者也。通常最小尺度推算之崩潰，在實驗家觀之，此乃實驗能力達於極限之明證，然在艾丁敦則以爲此乃出發點，着手開發大規模之宇宙，最後乃以無定論（indeterminism）之性質，滲入此宇宙中。

此即數學方法之正軌，其成效極爲驚人，往往知識體系之兩極端均採用之。數學乃實驗之侍從，科學則自爲主宰，然數學方法最大之功效，嘗使信奉數學者，常將數學與科學混爲一演。（參閱第五章第二節）數學方法洵爲寶貴之探討武器，然其最後結論之效力，仍視其原有假設與過程兩者之性質，而後規定者也。着手建設宇宙之過程，應效樣於對校之方法，查核較大孤立系統所裂成之原素是否圓滿。依理論言，數學改組原素，乃欲檢查較大系統究有幾許內涵，並以直接之實驗，查察其所消除者是否屬於重要原素。常人論述實在之出發點，即此較大系統，斯所指者乃「物質」也。

凡主張近代電子論者，均說明自然界中有基本不定性，以便顛倒第一類孤立體與第二類孤

立體，其真意亦不外力求設辭解脫實際建立之大規模之定命論耳。居此目的，於是斷言規模宏大內容明晰之定命論乃一幻想，其所基據之事實，即以爲一切物體均係大批微小粒子構結而成，而粒子之活動，亦有統計科學可以定其方式也。此一斷言今已不成其爲主張矣。此一斷言所引起之疑難實甚宏大，凡自信此種主張者，亦未加以解答。嘗有一實驗室萎然申稱云：數學家斥除一切可能之認識，而首先曲解問題，待所見與衆全異時，然後始與以解決。由原子論之立場言，問題亦可定爲此種特殊方式：吾人在宇宙中所擇取之物，如何聚合而自具形像乎？此物爲何聚成硬地而使吾步履其上，不致沈落地下乎？設以原子論所假定之基本物體爲進階，則此問題尤難解決，設以不定性滲入原子論基本物體，（此不定性可由大規模現象中察得，使吾人附以相反之假定，）則吾人需更小心加以對付矣。

艾丁敦教授解釋量子論之意義，於是斷論：「吾人對於「自由意志」之直覺，似無庸更置疑議。」甄斯爵士亦有同等主張，然不如是肯定，彼云：「科學不再作無可置答之論證，以駁斥吾人對於自由意志之內在信念矣。」此種結論似甚奇特，因其結論與其所欲根據之基礎，殆無絲毫關係。

當然無人懷疑吾儕對於「自由意志」之直覺。但人應問：直覺固何所據乎？「自由意志」亦有科學意義乎？余雖不覺艾丁敦教授，甄斯爵士以及其門徒，對於此點有所詳細闡明，然其論證則大略如下述。電子行爲尚有不可詳細推算之方面，但此事實並未使彼等自覺其所努力者乃錯謬之孤立體，反使彼等以爲粗率一類之物質，均出乎定命論之境外也。人類頭腦亦係一片物質。執上兩端，則個人覺察本身行爲，儼若他人覺察其活動，（他人雖常憑藉其自信而有所推算，）均屬漠然不定之事矣。此種情狀蓋即「自由意志」。即個人與事物之解釋異常混合之情狀。艾丁敦教授確曾試欲詳細闡明工作過程之經歷與不定性插入之所，但余以爲仍未見其與電子行爲之關聯焉。艾氏在基福特講座中有言曰：「心理決定旋轉向左向右，咸以從頭至尾之兩組神經刺激之一而出發也。凡物理世界之原子或原素在腦中心部者，其行爲之程序悉受心理決定所直接支配。」（註）

余實不知艾丁敦教授何由取得此種異常之事實。余既不能在現有之生理學著作中溯得此種事實。凡習生物學之儕輩想亦未之前聞。余雅不願信其僅創此說，余敢斷定其必強硬反對生理學創發物理與數學之證據以資維護彼等個人之觀點。精密科學之技術所欲供奉之事實，即其偶若對

於心物相互作用所述之事實，是以淪入實證科學知識之嚴密境地，而不爲人耳聞者，實鮮見也。當然，在事實上，爲研究人類行爲，而準備並發展適當技術之問題，實較物理科學家所圖舉行之事，更爲繁難。第一類孤立體迄未經歷明白適當之選定，僅憑吾人一知半解之保證而成之積極論式，則又錯誤百出。再者，表明「自由意志」之個人信念之程度能有幾許，則表明物質之程度亦有幾件。設使個人「各具「自由意志」，精細選擇」未來可加推算之事件，則有主要證據，表明「自由意志」之個人直覺，可與定命論之正當解釋，相依並存。茲取個人之言語行爲與其不諳複雜情勢之因子而妄加判斷之行爲，作爲上述事件之真正指引；則情形複雜而量算極爲準確之工具，需能表明當前心靈可以成爲孤立系統，離其所登記之環境而中立，始能生效力也。然此顯與事實背反。吾人直至今日，獨不能說明何物構成孤立體，環境究底包含幾許孤立體。是以科學論證反對「自由意志」之內在信念，不啻反對內在信念屬有證據標準之效力，不啻反對不合任何孤立特性之「自由意志」一詞，輸入任何科學之討論中。

(註)艾氏著：物理世界真詮英文本三一二頁。有本書譯者之中文譯本。

其實，設使個人活動與其環境活動可用隔離法加以充分研究，其行為可以詳細推算，則應就中推算其心理自由之信仰，並應說明信仰之所由生也。科學對此性質能作解答之先，沒有可能，則科學應擴大改變其方法論，使其領域加大。

第五章 科學——社會之冒進

第一節 科學乃人類努力之成績。科學之生滅，當以社會之興亡爲依歸。科學史明示科學之旨趣，深刻集中於變幻物質與人類理智之需求。科學進步之輪廓，則由促進科學之社會與涵容科學之宇宙所劃定也。設使展望宇宙萬象所歷空時範圍之廣，應認人之騷擾萬象，影響微妙，實不足計。譬如天文學家，儼若參觀人矣。

天文學家雖不能控制其本身微小世界，亦不能抑止遙遠之星雲，但科學故事爲其特殊之創造，乃千真萬確之事。科學故事乃人之工作。乃人與自然奮鬥之故事。其中多係人所創造之公式與定律。變幻宇宙雖爲影響人類之資料，但其應用與敘述，仍屬人爲。彼雖未能選擇無量之題材，但其個人騷擾萬象，而自仍能孤立，則有賴特殊材料之選擇，並能因此以其定律顯示萬象之關係。此即判定人與科學，雖與廣大宇宙分離孤立，但兩者本身則不能完全互相隔離。人孺行穿過生命，產出

科學。各時代科學家之立論，可以總合爲科學綱領，表明歷史的人，皆有貢獻於科學也。運動既漸擴大，遂知有由科學體系之表式中，消除個人，靈魂與內省等等徵象之必要。

但人乃一社會動物，非簡單自立之機器也。彼應與儕輩交相有往來。無論人類祖先世代沿留之物云何；但彼必由社會，習知社交，語言與理智之繁複行爲，尤必由其畢生所處之一段社會習知之。時代之大思想家，常能轉移科學運動之注意力，集中特殊階級之問題，依特殊之方針，作精進之研究。一牛頓或一愛因斯坦所開掘之溝渠，常由後代之繼承者，窮年屢月，詳細研究，但結果乃有極專門與技術之發展，不獨用以解釋科學運動，且用以闡明其祖先與社會，而此解釋又不免受階級觀念所色染，因階級對於解釋者影響極深也。此種影響多不爲人所覺，但經明顯表現，則無人能據理否定之。

科學運動之影響約有兩大方面。各方面均應加以研究。科學家偏重前一方面，社會羣衆則偏重後一方面。前一方面乃自然力之具體研究，實驗工具與說明技巧逐漸進展，常使他人傾心實際，而不得不贊成其結論。此種傾心實際，迫使贊成之可能，實科學運動主徵之一。後一方面則認科學

爲社會結果，需依此種主旨，加以解釋。第一方面之趨勢，欲由其範疇中，驅除倫理或個人偏見之特徵，第二方面之趨勢則不能避除此種特徵。因社會在社交上與觀念上，均有階級之分，故階級所默示之假想，各有不同之根據；科學反響將在此關於理智，在彼則關於經濟，而社會學與哲學之解釋，亦多起爭端，不相融洽。

茲請對此兩大方面，詳加申述。第一申述科學運動之內部關係——科學運動之孤立體；第二申述科學運動之外部關係，其在社會中之關聯與根據，因科學運動亦社會中之孤立體也。總之，第一方面討論狹義科學之內部特點，第二方面討論科學所具社會學之特質。

第二節 就內部特點言，科學界限當視科學信徒遵奉科學實驗結果之範圍而定。科學史之研究，似已明白指定科學之進步，多依研究之範圍與其中工作者之進步而成。運動之範圍既漸發展，既由占星術與巫術，穿出教義，社會慣例與惡刑，而達於精確之實驗，於是孰宜納於科學研究之境內，孰不宜納於科學研究之境內，皆有一定之標準，隨經驗之成熟而逐步長成。

此種真理標準決非託身於專門哲學家之標準。科學可以不採用專門哲學認爲重要之機敏，

而輕易掠過實在之表面。科學家所不可越雷池一步之原理，能減小範圍求得表面之契合，並限定其孤立體之性質與數量。無論此事是否屬實，科學終已成爲統一之運動，所遺留者試驗知識之體系耳，而哲學思想仍舊分派立異，參差不一。科學家在實驗工作上雖頗一致，但亦時有奇談怪論。此種談論，多在科學家申述科學內部功用與科學真理性質，意見不相契合時見之。茲請節錄當代科學作家之意見，以證一斑。

懷特黑教授 (Prof. A. N. Whitehead) 略謂：『吾人之問題乃欲使世界合乎吾人之知覺，非使吾人知覺應合世界。』懷特黑實已採取唯心論之論旨。彼以爲自己之知覺係第一實在，而世界乃適合知覺而造成之系統。蓋因『椅乃普通之意念，分子與電子解釋吾人對於椅之視覺。』是以懷特黑以爲科學綱領，乃其知覺之說明格式。獨立的心掀示知覺間之關係，而其活動即科學也。

再有艾丁敦爵士，以爲『科學目的在建設一世界，足以象徵日常經驗之世界。』彼非始終一貫主張此種觀點。彼在所著物理世界真詮之開端，即有一大劃分，一方面有日常經驗所熟諳之桌，此在懷特黑教授則稱普通意念之桌——即其作書之桌，適與此相反之方面則有科學之桌，其空

虛甚大，極多電子稀薄散漫，迅速衝蕩於其中，「總計電子之容積，除去空間，則僅有桌子本身之萬分之一。」但彼言詞頗不一致，既言「桌子本身」復謂「近代物理學以精密之試驗與公正之邏輯，證明我第二科學之桌，乃唯一實際存在之桌。」然則此種精密試驗，果能暗示科學桌子之「存在處」而不連帶示明日常桌子與試驗儀器亦有同一之「存在處」乎，艾氏則未明置一辭。余甚懷疑此種明確試驗是否存於世間。若認此種象徵式之科學桌子，較數學符號組成之桌子，更加實在，遂犯妄求新異之實在界說之缺點矣。

羅素先生 (Mr. Bertrand Russell) 另有主張，以為「無論物理學係有意或無意，其目的常欲發現吾人所謂世界之因果骨架 (causal skeleton)。」彼更有言：「明眼人所知之事物，顯非盲目者所能知者也，但盲目者能知物理學之全體，是以他人有而盲者無之知識，不得屬之物理學。」(物質分析三九一頁與三八九頁。) 設使明眼人所有之知識即實在界之知識，設使盲目者果能知悉物理學之全體，則科學不能迴顧實在全境明矣。姑不論視覺是否可以不用，與夫個人能否認知科學全體，但世若有感覺，則感覺實為認知科學全體之要件，固無疑也。設使一種感覺只求

個人接觸實在世界，則劃分感覺之區別，有何所據乎？羅素先生之真意，以爲科學畫圖可離觀感世界而孤立，對於觀感世界所現之物，毫無遺漏。此確係一不着實際之主張。譬如說明太陽分光景中，有一光線相當於 $1/59,000,000$ 公分之波長，未見分光景中之色彩，但識數字與量度之意義之盲目者，對此光線之說明與理解，必較分光景之橙。部分有此種波長之光線穿過之說明，大相迥異。兩說明中共有數字之特徵，但後者所說明之一種世界特色，乃前者所未知者也。羅素先生指稱物理學之目的常欲「發現世界之因果骨架」，而茲所疏忽者，則此「世界之」三字耳。設使有此骨架，必非肢離散漫之骨架，而爲世界建築之主要部分，亦不能隔離世界，而有所疏失也。

關於科學目的之理論，尙有三說。皮耳生教授 (Prof. Karl Pearson) 著科學典範 (Grammar of Science) 略謂：「科學之功用即在類分事實，認清事實之次序與關係，」而科學之態度則爲「熟察事實，而後加以判斷，鐵面無私，公平不偏。」彼又謂：「科學家欲在其判斷中，極力排除自我。」丁格爾博士於所著科學與人類經驗中，亦有同等之論斷，略謂科學乃「常人共同實地或可能經驗得之原素之記錄，增積與理性之關連，」於是彼乃證述此語之意義。愛因士坦教授於

所著相對論概說 (The Meaning of Relativity) 中謂：「無論自然科學抑心理科學，其目的均欲使吾人之經驗互相調和，構成論理體系。」此乃科學理論家與科學實驗家所一致共認之意見。吾人可取此種意見，與作家蘇利文先生 (Mr. J. W. N. Sullivan) 輩之觀點，作比較觀，因彼輩嘗由音樂與數學獲得藝術之靈感也。蘇氏著有近代科學之基礎 (The Bases of Modern Science)，嘗謂：「科學最高之目標，在以最簡略之原理與本質，對於現象作完全數學之敘述。」(二十二頁) 又謂 (二二六頁)：「現代物理學之趨勢，頗欲取不可思議之本質間之數學關係，敘述宇宙云。」

由此觀之，數學不僅為發現之武器，且為科學敘述所不可缺之語言，因其可以命名萬物焉。世無所謂純粹實驗之科學。無論觀念如何緊湊一致，皆不中用，縱使實驗之技巧證明羅素先生認為重要之因果關係確實連貫，然無數學之表式，終不能有所謂理想之科學。若盧德福特 (Lord Rutherford)，乃實驗家中之巨擘，雖曾赤裸表露物質之內部構造，猶不能忝居科學家之列。彼必靜待數學家之來臨，否則彼之發現，終必不能編入所謂科學之綱領；彼所能紹述者惟不可思議之

本質耳。是以蘇利文先生認爲唯有數學家，始得稱爲真正之科學家，其他皆爲數學家之僕役。

觀乎以上各家意見，似難承認科學爲內部研究之對象，而科學家、數學家、哲學家以及作家，迄今猶一致共認判斷之和合乃科學題材之主要特徵。茲有七位作家則陳明科學目的，乃注重其發現之符號性質，其說明之數學與量度之方式，其構造之因果關聯。經驗之論理配合，以及個人原素之消除。凡此諸項果真全爲科學之要素，缺一而科學卽不存乎？

第三節 如何始能發現科學研究之對象乎？科學決非個人，預先假定所從事之工作，而疏忽歷史爲其決定之對象。科學但有結果，實無所謂對象。科學在生產中與社會生活中，引起無數絕大之變化。其成績有契合一體之知識，有證述知識「真理」之程式（Hodes）。此種程式又隨知識體系，一同擴張。科學之真理，獲得科學知識之過程，證明之方法以及可以承認之標準之性質，皆係互相連鎖之概念，若使隔離分立，徒自引起爭紛耳。此諸概念可以視爲一大集團，表現而爲社會運動，吾人乃名之曰科學。科學之分析也，既無獨特之出發點，復無獨特之進行路線。科學因人與自然搏鬥而起，繼乃變成社會習慣、風俗；但此風俗與世界極有關聯，故必公平普遍，決不因氣候、民族或

種族；而有所偏頗也。

然則吾人對於科學所示之特徵，可以隨意範製乎；但吾人又自始已知科學之特徵，不能謂爲終局，故仍不能堅執不顧其四圍環境也。因科學乃一蓬勃生長之運動，非一團金科玉律。

信奉科學者亦若常人，多憑感覺（*senses*）爲其常識世界之證據，但對感覺之證據，則作牽強附合之論。單一感覺易被迷騙。目不能觀微風，而觸覺知之。一切感覺亦皆可被迷騙。一懸掛之磁石，可以測知一切器官所不能覺之無線電波。磁石，望遠鏡，顯微鏡，以及分光鏡，漸漸擴大視覺；並增進其他感覺。科學工具均係試探物，擴大吾人感覺之界限與程度，達於常人所不置疑之極點。無論工具如何精緻，最後仍必用爲感覺。顯微鏡需有目筒，微音器（*microphone*）需有耳聽，是以感覺仍有被騙之可能。科學對此一步錯認，亦有第二道防線乎？彼在常識宇宙之研究中，則歸感覺於對象本身。

於是，科學說明蕃茄色紅，樹葉色綠，石粗，聲喧，鎔體發熱，並發出甚多疑問。前此科學團體之研究報告，述其如何理解某種問題，極關重要，因一問題之方式與性質，常直影響將來答案之方式，而

此答案又足激起第二步之研究。蕃茄果常有紅色否？蕃茄置諸藍光之下，色將如何，憑何區別喧聲與柔音之不同？如何比較兩音相對高低之程度？此石如何粗，鎔體又如何熱？

上述諸多疑問，初視之，似係關於孤立體之問題，而整個問題之體系，則着重在隔離發問之個人。設使吾人能聚首一堂，互相談述無關於吾人之事物，儼若隔離吾人而孤立之事物，吾人或可求得若干知識，或可尋出一種公正之說明，使吾人均表同意。然則討論之題材，不獨係隔離外在世界，且係隔離吾儕個人，而能孤立之事物。此種隔離方式，乃現代科學之要素，當吾人明示下列問題，互相對照時，則益顯著：此水仙花之色黃否？此水仙花如何黃歟？此水仙花美否？此水仙花如何美歟？吾人不需效法詭辯之科學家，認為前兩問題粗具科學用義，或可意見趨於契合。至於第三問題，口頭之同意亦可獲得。其同意之深度，不稍遜於此一疑問：此水仙花之色黃否？言及最後問題，吾人則若墮入五里霧中，莫可明其妙矣。如何量度美乎？我用以表示個人美感之數字，不必能用以判定他人之美感。此似我與美麗物體間之個人事物，若欲隔離我與物體而中立，若視物體具有天生之美麗，因此認為物體具有天生之形像或溫度，則徒然引起紛爭矣。此意即謂世無離我孤立之系統——

水仙花。我與水仙花，在花之美麗中合而爲一，科學之隔離法卻除去物體之討論綱目。

表面觀之，最切此種美感之困難者，惟有色彩。蕃茄紅色，吾人均示同意；但其紅色實與日常在白光中之經驗相關：若變白光爲藍光，則其形狀與重量不變，而色彩大變，蕃茄則已變爲黑色。然則蕃茄具有形狀與重量，而不自具色彩乎？設使吾人如此置問，則色彩亦不能隔離而中立矣。此種疑問乃欲在變異之環境中，追溯中立特點，永久性，不變之孤立體，而觀察此種不變之特性，則又有各方面之不同。吾人實在疑問：蕃茄在白光中現紅色，在藍光中現黑色，究孰爲其自具者乎？此種疑問示明吾人研究對象，嘗細究可以無庸致意之孤立系統，譬如研究皮膚之詳細情形是。

上述大多初步之疑問，尋求研究之適當題材。第二步則考究「幾許？」調查可以量算之事物究有幾許，更審察其如何量算。初視之，科學量算之手段似極簡單。量算一種可以孤立之性質，則以該種性質被公認之標準單位爲手段。科學以標準尺量算長度，以標準鐘量算時間，以時計指針之標準速率量算運動，以標準燈量算光度。

凡不能孤立之性質，決不能運用科學方法，對此性質作數字之研究。音樂中之音符雖無美之

單位，但實際則有音之高度與調節之單位。此種單位均可分裂而為更簡單之附屬系統，遠非實際可以量算之性質；有時且需聲音構造之理論，為其憑藉。是以吾人不必以速率之單位直接量算運動，因速率單位既足量算長度與時間，而運動數量復可由此估定也。

此種科學之量算，表面似極簡單。譬如吾人心想用尺衡量物體，即可求得體積之大小。然則，電子小至不可目視，吾人如何量度其體積，星辰遠至不能遙望，吾人如何量度其距離乎？其實亦有間接之量度。凡物體略近吾人自己之體積，始能求得直接之量算；然而此事實不徑見，最後乃不得不根據此種變化事體之理論，有所計算。此種量算實即推算（prediction），但此推算富於間接證明之格式，擴大感覺之工具，於是觀察之事實與理論，幾全不能析別。推算之理論無不在科學中極佔重要。推算提出科學觀察之新境地，實驗家則以理論中之數學概念表白證據。因此，實驗科學之語言乃隨數學之語言而臻繁多，致使實驗家常用之以判定其所觀察者，與理論中之孤立體相等。吾人回顧前述之問題，乃知科學研究之第一步，在掀露幻變多端之表徵下之不變特質，而第二步則探究「幾許？」一問。

總而言之，問題所談及之物，均係常識實在界之部分。茲就常識之蕃茄而言。蕃茄色紅，盡人皆知。置諸藍光下，則顯黑色。凡在藍光下看蕃茄者，必見黑色，此亦盡人皆知。於是常識乃問：蕃茄果有自具之色彩乎？除非常識決然表示彼有或彼無，否則，永無圓滿之答覆。解決論證，解決環境之變化，解決實驗，並不始終根據常識。前數年間，人皆欲探科學說明之奧妙，暗示科學早已脫離此種基本標準，亦可稱爲怪事也。實則科學中無物，亦不能有任何物，足以違害常識。一切新知識雖可違害愚昧之常識，但不服從原有之常識，亦不得成其爲知識也。羣衆之常識即通常之實踐，亦因新知識之調和而有進展。科學必與常識共始終。科學知識均極普遍。科學未嘗偏袒任何特殊階級之私利。任何文化，階級或教條皆可採用科學。無論如何，科學史上與方法上之發現，實數見不鮮。

皮耳生曰：「科學家欲在其判斷中，極力排除自我。」設使此即吾人所注重之常識特徵之正當解釋，則科學知識之理想，當係尋求一種系統，足以隔離人類中之任何個人之主觀世界。此種解釋或可作爲能被公認之說素，但個人之見地與外在之動像，並不能在解釋中見有分曉。內部隔離之科學造式 (formulations) 乃有關個人之不變說素也。此不獨係個人間之科學事實，再有較斯

更廣之效用。提及相對論，必知愛因斯坦之大名，其相對論之發展澤源，即同上之動機。其理論降生以前，科學定律多在一綱領中，對於個人生效，而綱領又想像作非「靜止」即恆動。此種術語毫無科學意義，因無方法足資證明此種想像為孤立之情形，確否中立。前曾有人集中精力，假定「以太」絕對靜止，而求地球之絕對運動，於是發現光被量得之速度，不與所量得之環境同變化，設使光由星辰發射，無論觀察者所立之地球，向光運動抑離光運動，其所量得之光速度必同。此事在科學上純屬新猷，在日常生活上更成奇象。在兩情境之下，相對之速度均同，光速度不因觀察者而有變化，觀察者在空間中之運動，實毫無影響於光。斯即真正不變之定律，對於空間，在時間內，以及關於個人，均係中立。此一光速度之恆常性，乃由廣大經驗範圍發源，故其效力較諸前此任何知識均更廣大。從此另闢研究範圍，避免常識之毒害，但亦有強烈之變化，睨視新興常識。此種著名發現之首倡者即邁克爾遜（Michelson）與摩勒（Morley），其發現會將吾人以前之空時隔離體，重新恢復，視為分離中立之系統。此種發現係一大改革，似已被毀常識，其實，但會破滅常人之普通經驗，無關於專門家，因其迄今猶不覺需要更廣泛之空間，以資容納物理宇宙也。

第四節 或種態度以爲所謂純粹科學，需在其綱領中，承認惟有運用非個人之方法，始能造成經驗之論式；此種方法即何格本（Lancelot Hogben）在所著有生物質之真諦（Nature of Living Matter）中詳加探究者也。何格本教授乃一生物學家，故明稱生物學研究之主題即人以及人對環境之反應。何氏以爲科學本身亦一反應，人因具有感覺器官，乃能記錄感覺印象。何氏極欲劃定所謂公共知識與私人信仰或情操之區別。吾人對於世界所作之論式，約含私人與公共兩種成分。公共成分即吾儕人類所共有之知識，此即關於公共世界，科學世界，社交世界之知識。私人成分即個人所作之說明體系，彼嘗用以說明其主觀經驗與所論宇宙之差別點。此種體系純屬個人的。雖不能與他人直接共有，但一詩人或藝術家，固可產生公共之作品，使他人領略私人所得之經驗。科學亦即此種創製過程，乃創製其所謂公共世界之方法論之過程。因此何氏進而表明，公共世界之進步領域，將概括私人信仰境內之現存事物。何氏在濮甫洛夫（Pavlov）之著作中，覺得起點，嘗取出公共特徵，以破毀純粹主觀之意識觀念，彼更承認科學進步之特點，即在科學能棄除一切參照私人成分之說明。感覺器官之研究，結果乃造成科學，人亦由此求得其世界知識焉。

是以物理科學家所造成之宇宙觀，亦將隨生物學之長足進步而有根本之變化。

吾人切勿因此以為博得公衆贊同之程度，即爲科學真理之充足標準，亦勿以為標準爲必需物。吾人與何氏後來將必承認此種標準頗不適合科學之外在關係，亦將贊成內在關係又不能隔離外在關係而中立也。一切科學發現皆非公共所證實者也。發現雖可如此試驗，但實不能公共反覆加以實驗；其不能反覆實驗之理由亦極充分。總之，公共贊許並非真正之科學標準。科學並非僅求公共贊許之社會活動。藝術亦如科學，均需他人之贊許與承認。但其公衆極爲有限，數學艱深部分有新發現，其估評者亦極有限。凡曾經歷學術團體之工作者，必能熟知其亟難選取一位滿足資格之仲裁人，估定所提出之文章之準確與真僞也。選取一位能察思想與行動之乖謬之人，並非難能之事，特其適切贊許之公衆，嘗不多耳。藝術之情形亦然。藝術與科學均係社會活動，皆欲在列入藝術作品或科學作品之體系以前。極力博取此種贊許。科學與藝術之主要區別即具於斯。藝術作品之被贊許也，常視爲一完全之作品，譬如一幅畫，一首詩，一篇小說，其產生作品之過程，在博得贊許之情形中，並不佔重要位置。此種過程亦可屬於個人，但被視爲純粹技術之事，無足輕重。言及科

學之發現，則不如斯。科學不顧個別科學家探究某一問題或以某一方式表現問題之動機，其所最注意者，竊以爲卽結果以及求得結果之過程也。譬如簡捷申稱「月後有紅象」，若不詳述求得此種結論之情形，必不能博得共公贊許。無論過程如何繁雜，雖有少數份子信從，但此過程終需被詳述也。求得結果之過程，亦若所謂發現本身，同爲一種發現，而普遍贊許之標準，亦因此而擴大。吾人承認藝術之過程均係直接者也。無論人數多寡，藝術終能由個人直示於個人。知覺之路線雖必暗含於作品中，否則不能接觸領會，但實非藝術家最後作品之部分。因此藝術常隨個人之頓悟而生，科學則爲證據累積之頂點。

設使各級科學家與藝術家之活動差異點，用作各級境界中之標準，則否決 (rejection) 較諸贊同 (acceptance)，尤足表明此種區別。一篇科學作品若被科學專家所否決，則科學運動亦加以否決。他人咸贊成此種否決也。藝術作品則否。一座雕刻，可以被某派否決爲可怕的。無定形的，無目的的，可以被別派宣稱有創造天才之作品。科學之標準不近個人而近社會。藝術之標準則雙方均是。

據最後之分析言，藝術家與科學家均個別努力，直接把握其問題，絕少差異。咸欲揭示直覺，靈感，加以愜意之描述，並尋求其直接滿足個人要求之方針。世無明定之正途，產生科學中之零碎作品，一若世無一定之大道，創造藝術中之作品。甚且數學真理之發現，例應沿循嚴密之邏輯體系，但有時縱有緊密一貫之前題與推演，亦不易求達其目標也。作者之心靈 (mind) 於是一躍而前，發出尙未奠定之結論，居邏輯之先導矣。此乃一連串之檢探，預測之過程，有時計劃井然，有時亦盲目摸索也。雖近試誤 (trial and error) 之舉，射擊之養，但禦子彈之遮板，終必停備適切之標準，以待最後之命中。此非暗示過程中有任何奧妙之點，但祇個人思想活動之描述耳。觀乎實驗家，此點尤極顯著。實驗家決定其試驗精密或其儀器全局以前，彼已早自躍進，居其證據之先，而想望其所希望之結果矣。證據乃後來漸次搜索始得。凡缺乏想像力者，皆不足成爲科學家，尤不足成爲藝術家。兩者皆求滿足個人之主張與需求，而產生藝術作品之方法，則人各異殊也。若就個人活動方面觀之，則其活動乃極密切類似。

每一科學作品必需具備一個結論與一條路徑，誰能穿過該條路徑，必能得達其所定之信念。

然此非必所實用之第一標準也。設能符合廣大之知識體系，設能代表綿延運動之份子，雖無科學家用以自誇之顯明證據，亦可間或加以承認。科學家沿用既久，習成慣例，於是而爲優良科學之社會標準。因此錯誤亦在所不免。科學史常紛紛拒絕真理，但最後仍得堅決承認。路徑乃極艱難而專門，絕少人能循溯；而大多數之科學家又自限於一己之境界，對於一切科學作品，則全爲門外漢。譬如一八一一年之傅立葉（Fourier）向巴黎學院（Paris Academy）提出其今日已成名著之報告，名曰熱之傳導（Propagation of Heat）。其報告之評判者，乃拉普拉斯（Laplace），拉格朗日（Lagrange）與勒讓德耳（Legendre）三大稀世之數學家也。三人之批評過於嚴格，巴黎學院卒未允與付印。傅立葉繼充該院祕書，十三年後，發行其言行錄（memoires），該報告附焉；文字悉仍其舊，一語未改，而今竟成名著。傅立葉之經歷，頗足掀露歷史上之科學標準極不正確；而科學運動中之綿延力，實爲贊許之因子。赫威賽德（Oliver Heaviside）對於數理物理學（mathematical physics）之重大貢獻，因其方法缺少邏輯之嚴肅，科學運動未肯屈膝奉信，二十五年不聞於世，於是赫氏憤然曰：『甚至劍橋大學之數學家，亦應受審判也。』

若在所請少數人行爲漸趨大衆化之事實中，尋覓科學需求贊許之標準性質，則危險極大。運動並非行爲大衆化之方式。世無平常之科學家，具備羣衆之特徵，作爲其行爲之特質。科學家之見地，人各不同，但彼皆能應合常人之需求。其用以判定新見是否受衆承認之最主要之標準，則在於問題之答案中，此問題原卽社會的，非專門科學的。此卽科學知識發展之直系乎？求得此問題之答案後，或有其他標準，依情勢之緩急而生。但知識之傳統與方法之沿習，實爲第一重要之因子。因無科學家能孤然獨立也。彼所探論者亦非個人之問題。此種問題不與彼有個人之關係，亦非對彼特有益。知識中之向上衝進力，皆由運動所擇之立場而發，萬人對此立場皆有貢獻。過去所以偏曲拒絕傅立葉，赫威賽德，瓦脫斯頓（Waterston），門德耳等人之發現，而奉少數久已聞名之人者，實以上述數家之進步過激，突出科學羣衆所遵循之正軌所致也。彼等皆係各具一星天才之人，實無所謂評判天才之科學標準。

第五節 着手考察科學之標準，不認標準爲社會之產品，而視之爲孤立個人之努力，雞零狗碎拼湊成之總體，則申稱個人之動機與成分之刺激，融和而爲普遍綱領，儼若主要之劇角，並無不

合理處。結果乃有觀念主義之概念混入科學說明之趨勢，盛極一時於當世。今人咸以所謂簡明因素（simplicity factor），選擇與決定科學定律，此種情形頗足說明當世之趨勢。諸多作家對於簡明之義，已由各方面加以處理，但首先仍應察視其如何勃起於科學理論中也。

抑有其他可能之科學定律系統。符合於已知之宇宙事實，並能同等滿足科學對於事實之要求乎？科學定律之首要事件，即在作有效之推算。科學會在每一史之階段上，選擇其足以滿足此種要件之定律否？果會舉行一定之選擇，使科學最後提出唯一可能之科學說明或造式之連系乎？設使此種選擇果已提出舉行，則指導選擇之標準云何？甚多作家均主張此種標準具有純粹個人之性質；其中當以艾丁敦爵士，甄斯爵士，傑夫立茲博士（Dr. H. Jeffreys）與蘇利文先生為最。此即申訴於簡明因素。『兩說明中，當擇其較簡明者。』此一提議已成科學程序中之試用原則。除傑夫立茲博士而外，余實未見諸作家中，有誰思欲對於簡明之含義，作一科學之說明。此辭之用意，一若通常之語義，其用以選擇科學定律之含義，乃盡人皆曉者也。除此而外，更可斷言凡作是種選擇之科學家，必能立即一致指明足以保持之最簡明定律，是點特未明白提及耳。茲就當代科學理論

中，試舉一例爲證。愛因士坦與艾丁敦各曾擴大相對論之綱領，以資引力現象與電氣現象，聯合一致。於是乃有兩種造式，均能適合已知之事實。至是又無實驗，可以鑑定。爾可選取其較簡者。然而兩發明者，各自以爲其造式最合適，最新奇也。對於試用原則不能表示同意，於是吾人乃可決定長此以往，標準將告無效。簡明顯係難能應用之標準。

設使着手造作融和一致之綱領者，不能自相同意，則同一階級之科學家，在此情境中，將何所爲乎？簡明標準果具社會公認之科學特徵，脫離發明家之影響，而能正確選擇衆所公好之物乎？當然答曰：否。兩方面之說明，均應加以試驗，務求實驗證據，加以判別。於是最後之標準似係實驗的，吾人前已有引證矣。必由事實發言，不容有情感也。單個研究者自必提出其所認爲較簡或較繁之標準，計算其應有之含義，但不必定能斷言其所認爲較簡之標準，決可融和入於科學理論之體系。傑夫立茲著有科學推理 (Scientific inference)，嘗由單個科學家之觀點，着手了解問題，認爲單個科學家之活動與選擇，乃整個科學之典型，於是舉例，以證標準之運用。最後斷定較簡明之定律確更真實可靠，彼以爲所引證之事實，均係科學實驗者所信之事實，故極滿意。茲應詳究其所引之

例證，因此例證可以推得稍許專門知識，且可引起極多有關之要點。一球在一斜面上滾落，自球出發後，其滾落之距離，每五秒鐘記錄一次，結果（註）如下：

t 秒……………0 5 10 15 20 25 30

x (厘米)……………0 5 20 45 80 125 180

【註】結果見於科學推理第三七頁。

茲則頗易證明每對數字所遵從之「簡明」定律，即每一「時間」自乘，便得每一距離，法以時間自乘，再以5除之。公式如下：

$$5x = t^2$$

設能承認此律屬有普遍性，超乎所觀察之個案，則此律可以用來，製作推算。譬如推算球體出發後，十八秒鐘時之地點，則以18填入公式之t項，求之即得。答案曰：64.8 厘米。(centimeter) 傑夫立茲博士主張科學家定必接收此一人人喜悅之定律，雖有無數定律，均適合於實際觀察，但彼仍不能不承認，因該定律，在數學上堪稱最簡明者也。惟其如此，縱使實際試驗證明 64.8 非真數值，彼

猶不至直接懷疑定律，而責實驗之不確也。或係板之斜面稍有變動或係板面不甚平滑，或係球不甚圓，凡此種種，皆可引起錯誤。

第一步設祇明定數學，隔離實驗之境，彼必承認 *simpliciter* 非最簡之定律矣。彼可創設更簡之定律，其中除假定之數值外，所有數字均等於零。此種定律在算術上，縱不作爲幻想，然在物理學上，必被取締。永不見於事實。職是之故，乃有較諸純粹數字更屬重要之物輸入討論。此即輸入實驗中之物理情境。此即輸入科學之過去經驗。吾人略加反省，便亦明白其推算若無證據，則彼所求者必係錯亂之因子。錯亂之因子顯係使簡明定律入於乖謬之因子。目的果在尋求一種定律，合於實際物理條件所支配之實驗資料，抑尋求環境，合於其所假想之定律乎？依肯定。字數之初步實驗觀之，未嘗不可得求定律所適應之較簡單之環境。但就定律全體觀之，則較簡單之環境亦可適應定律也。

其實，上所陳述之實驗，必係虛構。斯非實在創平之板，乃無摩擦之數學平板也，斯非實在之圓球，乃一數學之點也。斯乃出乎科學全系之實驗。盡以數學概念，爲之說明，故其多爲孤立之符號。設

使吾人處理實際物理之環境，則問題常不能一定。吾人常需另外論知甚多之因子，例如室內之溫度，平面振動之頻率，平面屬於何種，球在實驗過程中所發生之情形，以及無數其他不能詳明肯定。但知其存在之因子。確然，科學嘗無肯定之環境。實驗環境原係整個宇宙之環境，實驗之目的即在發現某種推算是否有效，並發現宇宙如何重要。此即預備察視環境也；世設有孤立之統，則必立即採用所謂簡明定律，發現何種孤立系統可以適合定律。此即數學如何可以作為孤立體發現中之探針之例證。實驗之條件並不若此例證中所界說者。特純粹數學家由此界說出發，由此界說作演繹耳。真正之實驗則惟有歸納焉。

世無所謂簡明定律，亦無所謂絕對，一旦對於實驗有所界說，始能真自存在。然而吾人可以思及一種簡明公式，用以試驗實驗與其環境之輕微改變，雖不可以發現實驗孤立體，但能訂立簡明定律。由此觀之，則吾人並不能談論科學定律之真理，但討究其效力範圍耳。是乃指明其效用之範圍與限度，此種範圍與限度，不獨得自吾人所「界說」之隔離實驗之考察，且得自提供同種孤立系統之全部科學實驗。

「真理」乃科學字彙中不協調而有害之字眼。此詞具有永久不變性之意義，與歷史上之變化運動之研究精神，絕不融洽，且此研究精神常以有限環境中之實地考察為根據也。設使宇宙果真幻變，世情一去不復，則參照科學定律，誠屬無聊，因其所基據者乃尺與鐘所量得之簡單永久性，儼若各永久性均能形成真理然。真理乃一絕對之觀念，科學既不談及任何永久性，亟宜棄離真理一詞為妙。科學之功用即在發現環境之範圍，孤立體，使一定律可以適切應用。更有人謂科學志在創造一種合乎週圍環境之論式。其實，科學之功用在欲適切調和以上兩種功用，蓋因適當之環境未嘗詳明認知，論式亦無最後定式也。吾人不能了然申稱曰：讓吾人壓縮氣體，發現壓力影響容量之定律。除非此種實驗有種種方式之限定，否則，吾人必不能見簡明有效之定律。設使吾人防止溫度之變化，設使壓縮氣體並不過高，保持溫度並不過低，設使更有其他審慎核定之因子，則吾人乃有甚多環境，合乎波義耳所發現之簡明定律。由此可知有一簡明定律能被提出，以適用於實驗之環境。設使論及實在氣體，謂其遵守壓力與容量反比之定律，則未免過愚。此律極為空洞，而且孤獨。此律必與其所效應之環境，密切相關。兩者不能隔離孤立。吾人若取實驗結果，作為數字，加以處理，

不獨離開其所依據之實驗詳情，且離開其所適應之科學知識之全系，則此隔離誠屬大謬。此說必不明瞭科學非個人散亂跳躍之連系，而係密合向前之運動也。向不若是，則傑夫立茲博士必非不作實驗，而能產生（近乎發明）其數字焉。

真理討論在科學中之地位降低，或無傷於最簡定律係最可靠之真正定律一說，竟可反使斯說意義明晰也。蓋以此說頗有數學檢討科學實驗之含義。斯說斷定實驗與其環境乃預先假設者也，量度乃精確肯定者也，以及一切均已停備，然後尋求最簡之數學方式，以應合數字焉。吾人皆如是預先界說其擬欲討論之數學概念。然不界說物體係存在於實驗科學之世界。物體均被隔離，獨加研究，研究之結果乃報告所「肯定」之物。其實，一切預先肯定之物，均係時代之科學知識之情況，亦係實驗之普遍計劃與目的。凡此諸端，亦隨實驗之進步而變化也。此種研究咸有關係前此之知識，而所計劃之「定律」即定律之研究。然則概括言之，簡明性果如何現身於科學中乎？設使吾人猶憶科學係人類努力之成績，其結論必需適合乎不獨難能分析，且自流轉不息，難能把握之世界，則吾人當可想見簡明性現身於科學之情形矣。

各科學家對於自稱滿意之物，常有種種選擇之方。彼可選擇其所擬欲研究之問題，但彼選擇常受時代知識之情況，嚴格限制。彼可任意陳明其結果，但其表式，則與其他工作者之表式相關。彼可以用最簡或最繁之數學方式陳明結果，但其個人之情感與選擇，在普通科學之傾向中頗不足輕重。此種最後採用之定律，並不依據任何實驗；亦不依據任何其他。科學綱領和合一致者也。設使綱領並不平復此種個人之取捨，則綱領永不得一致，亦永不成其為科學矣。

科學運動並不一執其所想像之孤立體，研究其中立之範圍。科學運動嘗盡力之所能，選取最捷易之路徑，穿出艱難之境地，並先尋求最簡明之孤立體，以資應用。但科學中稱效之簡明孤立體，不獨論式簡明，其實驗要件簡明，尤屬重要，並需近乎科學現存之技術。因此，設使實驗提出三數可能之定律，則科學家必查勘其中足稱簡明條件之定律。此非指明查勘得之定律為真理，而其他均為謬論也。特其發揮前此之知識，使其應合已知環境之情形，較諸其他定律更簡明耳。

此點對於科學之構造極屬重要，毫無關於科學之真理。科學知識之畫圖，雖可在任何歷史時代，展示於吾人之前，瞭覽其內容，但吾人決不能聽候簡明性之指示，而估定其範圍也。吾人惟有極

力注重其含義。簡明性並非永恆之因子。簡明性多由繁複性繼續演進而來。實一歷史上之變化概念也。牛頓時代之科學家，深覺電磁學 (electro-magnetism) 之問題，極難解決。但科學與技術學之行伍乃仍續前進，經法拉第 (Faraday) 與馬克斯威爾 (Maxwell) 之時代。行星運動之複雜問題，扼難牛頓之先進，但在今日，數學系與物理學系之一二年級學生，竟習爲常識矣。是以運動雖遺有簡明性之踪跡，將來必因步武進展，而漸消滅。

第六節 實驗與理論兩範圍互相重疊，但不符合一致，理論雖架造於實驗之上，但界限較廣，當達於觀察力所不能及之境限，達於次原子 (sub-atomic) 與超天文學 (ultra-astronomic) 之極境。後以科學僅事蒐集有限之材料，別無所能，於是人類在實驗中宣告失敗，而科學之不確定性 (uncertainty) 亦萌生焉。

就歷史觀之，科學由彼撮取原料之知覺範圍，亦若科學本身之擴展，而繼續發長。科學工具史與科學機構史，即繼續墾殖新境界之歷史。但人類囿於地球，星空有一限境，其中物體之影響，亦可以用精密工具測知。吾人僅能認知吾人知覺所及境界內之事物，其大多數尚係推論得者也。此境

界外所發生之事物，惟有猜想（conjecture）始能知之耳。對於次原子物質之微小境界，亦可應用同一之想法。在微小定限下所發生之情形，吾人亦惟有加以猜想而已。

特論至此，乃可任取兩種意擬之活動境界，說明實際想見之物，設使用以說明觀察之事實，亦頗生效。活動（action）惟在此種境界內，可以暗損敘述，而此境界乃超出活動以外者也。此種境界僅應列於理論範圍，縱使科學知識迫使吾人承認可以想見之境界有一限度，然此境界任屬理論範圍。此兩境界必不能與其他科學事實或概化系統相併列，因科學事實與概化系統皆可繼續試驗證實者也。近來在顯微鏡所不及與肉眼所可見之空間境界內，常有此種局勢發生，於是專門科學家之選擇說明，一變而為藝術選擇之事，科學家所選擇之簡明，猶之藝術家選擇美感。斯乃個人之選擇，頗不易影響科學之普遍運動。有時此種選擇竟冒充作「知識」論及空閒之性質。然對「何為空閒？」一問，終無答覆。空間並非性質單純之物也，空間乃一推知之孤立體，吾人用以概括物理世界，並以為變化世界之歷程即發生於此。譬如一張白紙，吾人欲用以繪地圖，因此吾人乃選擇最稱方便之地圖設計。是乃一工具耳。地圖可以繪於平鋪之白紙，亦可繪於球面也。選擇之動

機約有二點。第一，需能充分繪明吾人廣大之宇宙知識，斯即吾人之科學知識。第二，所擇繪之系統，需能適合常識經驗之有限世界。常識經驗並不遠及遼遙之星雲，設使作何簡單之推論，亦不能成其爲常識。常識乃限於較狹較短之空間或時間境內。是以爲科學繪圖，尤爲數學繪圖，所選定之空間性質，在不諳科學與數學者觀之，似極奇僻，但猶不若其他深奧數學公式之奇僻。科學家以爲能使已知之事實互相湊合，設備推算之手段，最後證驗科學之效用，確爲要着也。在觀察之境限內並無幾許事實，但與前此之理論，確能始終調和一致。

盡人皆知之「展開宇宙」(expanding universe)，頗足證明此種說明如何成功之情形。愛因士坦修改萬有引力律，即根據其所展示之繪圖綱領，吾人名之曰：四度空間 (four-dimensional space)；略謂除開牛頓所宣稱之吸引作用 (attraction) 而外，孤立物體尚有互相拒斥 (repelling) 之「特性」。物體間之距離加大，則吸引力銳減，而拒斥力突增。距離甚大則吸引力頗弱，而物體愈不得不隔離更遠。由愛因士坦之定律作如是推論，猶如由「空間」性質作一演繹也。愛氏之取「空間」，乃欲以大規模，繪明物理世界之巨大景象。近代更能量算孤島式之宇宙

(吾人名之曰星雲)之運動，星雲亦若吾人之太陽系，乃聚星辰與天體而成者也。現已量知九十星雲之速率，其中即有八十七大星雲互相遠離，尤與吾人遠離。餘三星雲尚極密近，其萬有引力之吸引力，頗與拒斥力相均衡。其運動速率亦不甚大。此種觀察乃擺脫萬有引力說之影響，卓立提議全宇宙係展開者，但由科學理論之觀點言，此種觀察尚有推算之要徵。然而吾人用以詳細證實此種理論之交點，或用以實地試驗此種理論之方法，缺點百出，是以此種觀察必需仍屬理論，尚不能納入科學知識之限內。此種觀察與科學知識之運動趨勢，並非不相契合，但終不可變為簡明常識之經驗。嘗部屬於廣大數學之綱領，故必另闢空地，始能試驗。

第七節 信奉科學者多以爲科學所討究者，即吾人所謂之科學內在關係 (inherent relation) 也。吾人查究此種關係，常趨一致，視爲較小運動對於較大運動之關係。個別科學家之貢獻，達於相當程度，必需填入知識與經驗之境界。科學家則拚命擺脫此種境界。公認之標準極有社會學之風趣。科學運動使個別科學家孤立，社會使科學孤立，猶物質使原子或電子孤立然。唯心論派之學說足以支配今日科學之哲學者，即在其欲改變程序，視個人爲宇宙奠基之頂點，欲由原子

論入手說明質量中之物質，欲視個人爲孤立體，從事隔離之實驗，並憑個人偏好而創製定律，進而建設科學。科學家因此遂漸隔離其運動，儼若運動自有目的，從事「爲科學而科學」之箴言，不顧科學工作之社會含義焉。

吾人皆知科學方法之特徵，即在劃分可以隔離而中立之系統。設使科學在自然過程之繁多之物質與活動中，取得其一部分，則不得不取此種程序。科學家既取此種步驟，遂在同一現象之不同方面，劃定人爲之界限。譬如此種步驟，嘗使其劃分人類與其社會環境與藝術趣味，而視人爲血骨之團集，與呼吸之工具。彼能隔離研究三硝基甲烴 (tri-nitro-toluol) 之化學性質，視其爆發之實質，與其在第二次世界大戰之功用，全屬兩事。科學家因此常將所查究之事件集團，作爲自身獨立之孤島，無需自討麻煩，過分吹求其題材與變幻世界，必有其他關聯。嚴格言之，科學研究其孤立體所作之論式，並不足以表露題材一切所有之要義。尤以孤立體能分爲若干方面爲宜，整體僅損失少許原素，其形猶自然科學中之原子然。不能限於科學之孤立體，需有廣大之背景，查究科學所論述之題材，而後始能領會科學之真旨焉。科學亦認環境甚屬重要，但提取孤立體，定其特性。

(properties)時，則忽略之，是以此一科學家認為重要之孤立體，未必兼容其他科學家所認為重要者也。自然科學僅能涵容吾人所謂內在方面。譬如研究速率，迴轉之軸，炭粉為碎片，再如一人嗅得定量之一氧化二氮 (nitrous oxide)，便不知時間之長度，斯皆研究孤立系統中附屬孤立體之內在關係，其附屬孤立體即軸與其迴轉，人體與藥品。研究此種內在關係，則需各種信教，民族，階級與人種中之個人所公認之證據。此種內在孤立體乃中立而不屬於個人者也。

鋼軸之研究並不止於內在孤立體，亦不止於自然科學求其方便而抽取得之特徵。鋼軸另有其他功用，另換環境運用之，則更有其他特性。譬如加於渦輪 (turbine)，則有生產與運輸之功用。是以鋼軸乃社會之特性，因其為社會之工具也。鋼軸係社會環境中之孤立體，由科學研究事物特性而成為軸，繼乃成為有用之生產工具。

吾人有時為求方便起見，單論此種孤立體之科學特性，而疏忽其社會方面，其實兩者密不可分者也。何為鋼軸或渦輪之社會功用乎？仍屬重大問題。彼在生產中如何運用？彼將利助誰人，何階級，何民族，何人種乎？當吾人承認渦輪之要點即社會功用時，便立即發生此種疑問，因物體在社會

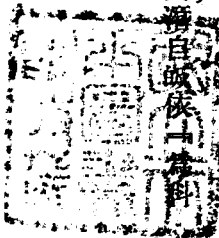
方面之效力，有賴於純粹科學方面所得功效之程度，因生產與破壞之工具藉科學而有利鈍，是以科學並不自居爲一種運動，可以永遠隔離變幻社會而中立，而自居爲一種工具，足以促進生產，完成目的。設使評定科學運動單爲本身，則其受人工隔離而獨立加以研究之孤立體，必盡被撤除矣。科學家必先撤除其孤立體，否則決不能評定其工作之要義。

茲乃更能慎重劃定，認爲吾人所謂內在孤立體乃科學所嚴格討究之物，內在孤立體乃科學運動在社會關係中所討究之物。前者之標準設能嚴格應用，必非屬於個人，乃離個人評價而中立，是以在個人方面言，可以視爲在論理學上中立者也。蓋因科學工作，「兼容其外在關係」，不能真正脫離其所貢獻之社會功用，是以科學除開在倫理學上中立而外，實無方法有利助於生產。科學運動之倫理背景，固不易被從事純理論問題之科學研究者所明瞭，但應用科學與工藝勃興，應合社會之目的，則此背景自益彰矣。其鑑別點可以於此見之。基督教徒，無神論者，猶太教徒，社會主義者，資本主義者以及無政府主義者，均得一致贊成本頁字數爲二百三十。無論如何計算，均得此數。求得之結果完全不受宗教、倫理或社會偏見之影響也。換言之，設使轉論無用科學方面，（即應用

於社會目的之義）則情形絕異。譬如各種工程學，常有保險之要素（factors of safety），實即無知之要素。飛機在行時，在構造方面所需之注意，未當不可估定，但不知之要素，仍屬至顯，其所有之弱點，常可引起意外。既料有此意外，於是個人對於構造，仍欲超出其所估定，而更求穩固，此乃造成保險之要素，但在生產方面，亦頗浪費材料，未免得不償失，因保險要素可以增大，出乎實際所需求之外也。此種情形亦可應用於其他工程建築，並知此種建築無不有用於社會生產或其他社會目的。煤礦之災變，鐵路之慘禍，或一工廠發生爆炸，於是此輩專家說明原主確已設備合理之保險，他輩專家則謂保險要素不足保障工人之安全。專家實已不自一致。由原主與專家之兩方面觀點言，機器實有兩種完全不同之功用。科學工作之社會目的益顯，則其倫理或社會之中立性勢必消逝。倫理劃分純粹科學與應用科學之界線，不能保持。此乃人為之界分耳。科學運動乃一整個之全體，無論平常或理論之進步，均不能隔離其所屬之普遍運動。科學之產品若無用處，則個別科學家之責任，實無旁代。此乃基據運動之責任。吾人不能逃避此責，緊閉研究室之門，海白版「科學而科學」之箴言，作為隔離法之絕對原則也。

中華民國九年六月廿七日

商務印書館



中華民國二十九年十月一日

中華民國二十九年三月初版

(52721.2)

自然科學
小叢書
科學的世界 一冊

每冊實價國幣陸角
外埠酌加運費匯費

原著者 Hyman Levy

譯述者 嚴鴻瑤

主編者 周王昌 王壽

長沙南正路

發行人 王雲五

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館

版權所有
翻印必究

張

#3

002431

