

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

宇宙之物理本性

薩力凡著
殷佩斯譯

商務印書館發行



性本的理物之宙宇

著凡力薩

譯斯佩殷

書叢小學科然自

萬有文庫

第二集七種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

編主五雲王

庫文有萬

種百七集二第

性本的理物之宙宇

The Physical Nature of the Universe

究必印翻有所權版

中華民國二十四年三月初版

*C四二七

李

原 著 者

J. W. N. Sullivan

譯 述 者

殷 佩 斯

發 行 人

王 上 海 雲 河 南 路 五

印 刷 所

商 務 印 書 館 上 海 河 南 路

發 行 所

商 務 印 書 館 上 海 及 各 埠

(本書校對者潘同曾)

宇宙之物理的本性

網要

本文開始述介紹於十九世紀科學中之基本的物理概念，並述其應用於敘述各種現象之成功。於是指明由創造光之機械說的無結果的嘗試，及原子分解而為電荷的實驗，發現以上的些概念尚不充分。次述同性質的發見，即放射性與X線，於是發生電的物質說。次說明物質之更進一步的解析使科學的概念仍需更基本的修正，於是將近世的量子論及新的原子構造論介紹於讀者。更說明，科學已拋棄其用尋常名詞解釋現象之理想。更注重新學說之抽象性質。次敘述空間與時間概念之一同解析，其終極遂成為普遍化的相對論，於是評述有限宇宙之理論及晚近將相對論的範圍更加擴大之嘗試。

物理一科，在醉心科學者看來，常認為是一種理想的科學。凡能使一種探討成爲「真正科學的」的一切標準，似乎都是由他來負責履行的。因此他完全依賴觀察和實驗；它所有的名詞之界說都是清楚而詳盡的；並且它用嚴格的算學推理之完全無缺的方法，而得到它的結論。其他一切科學，若和它比較，總有一方面是不完全的。例如天文學，雖然它也依賴觀察並且應用算學的推理，可是它對於實驗，一點也不知道。人們不能拿星來實驗，天文學家不能控制他的材料，像物理學家那樣方便。化學一科，雖然很穩固地植根於觀察和實驗中，但比較很少使用算學的推理，並且有些基本的概念，或許仍未能完全明瞭。生物學在這幾方面，是更不完全，至於心理學、人種學、經濟學等等之稱爲「科學的」，與其說是表示一種成就，毋寧說是表示一種希望。

於是，科學的程序中之最好的表演，及其最後的目的，似乎應該向物理一科中去尋找。人們或許以爲物理學的研究，是將科學方法完全呈現於它的純潔之中。但是當我們研究包庇在物理科學之下的各種現象之敘述，我們並看不出是一致地採用一種「解釋」的標準。各種不同的解釋適用在不同的時間。對物理學作一廣闊的檢查，便覺得這科學本身似乎還沒有定見。愛

因斯坦（Einstein）的學說與牛頓（Newton）的學說之不同，不但是愛氏對於所測量的現象之區域，繪着更正確的圖，並且所根據的繪圖之原理也完全不同。近世物理學說的原子，比之維多利亞時代的原子，不但是一種較複雜的實體，並且是根據完全不同的概念。物理學的開始是想用尋常的觀念來解釋現象，並且這景情繼續了好久。因此牛頓的相吸和相拒的『力』有它們的心理的根源在我們的筋肉努力之感覺中——拉與推。早期物理學家的所謂『電』是被認為一種『流』。維多利亞時代學者的『原子』等於沙的微粒。近世物理學已拋棄了這種尋常的標準。許多近世物理的理論是創立諸實體間之算學的關係，而這些實體只能根據論理學而定其界說，卻是不能想像得到的。因為這理由，所以近世的理論是不能『繪圖』的。

雖然物理學在很重要的方面，是大大地變化了，而它的性質仍是算學的。應用於物理學上的些原始的實體，都能用算學來定其界說。誠然，不能作算學的界說的實體，便不會為物理學所採用。我們可以說，物理學是一件冒險的嘗試。它想根據算學來描述自然，或自然的某某部分。在這方面，物理科學總是終始一貫的。但是應用算學方法的些原始的實體，卻由於近數年來的認

識而改變化了。這就是說，物理科學確已經過革命了。我們要了解這革命，必先了解所以能引起這革命的原因。

二

近世物理科學，大家都以為是從伽利略（Galileo）開始的。學者們能證明，在伽利略以前，也曾有些活動，不得不稱為科學的，但伽利略確是第一個將些基本的科學觀念分離得清清楚楚的人，也是第一個把這些觀念強迫地送到當時人的心中的人。伽利略對於科學的外觀之最大的貢獻是他對於「運動」觀念的解析。他要算第一個知道用算學方法來處理「運動」的人。即使是很簡單的一件事，如下降物體的加速度，先前也沒有清楚地說明過。人們自然知道，一塊落下的石頭是愈落愈快，但他們似乎沒有想到測量這運動加增的定率。伽利略卻完全了解這個。他說：『我們必須知道，這種加速度是依照什麼比例而增加的；我相信，這個問題是從來的哲學家或算學家所沒有知道的，雖然有些哲學家們，特別是逍遙學派的哲學家，關於運動曾寫了

些巨大而完全的冊子。』

伽利略如何會懷着用算學處理運動的這種觀念？實則，「自然」是一副巨大的算學機器，這觀念由何而起的？這觀念並不是中世紀的正統的亞里斯多德派的一部分，雖然它曾發生於些例外的心上。例如培根（Roger Bacon）和芬奇（Leonardo da Vinci）。這似乎可算是一種歷史上的事實：這觀念是些哲學的推想之一種結果。人們常具有這種心向，就是要想在算學中尋出一切事物之鑰。這種普遍態度的表現，有些確是幼稚的，例如我們所看見的應用在聖經的語言書中的許多解釋。偉大的金字塔之無用，與莎士比亞——培根——之爭論，都是這同一傾向之表現。竟有些很偉大的人物也曾感受了算學的神祕意義。例如聖奧古斯丁（St. Augustine）告訴我們，上帝創造世界在六日之內，因為六是完全的數目（因為開始的三個數目相加之和是六，相乘之積也是六。）並且，即使這六日的工程不會存在，六依舊是完全的。我們可以棄去這些觀念，因為它們只是些幻想，但我們不能否認，這種普遍的態度曾做了大部分的工作在科學之創造中。刻卜勒（Kepler），是真正偉大創造者之一，他以為「自然」主要說來，是算

學的。他不僅相信，現象可以用算學來描述，並且相信，所有現存的一切現象的原因都是它們來履行某某算學的關係的。伽利略的思想沒有走到這一步，但是他常覺得（如他所告訴我們的）不必須實驗來證實他的算學的演繹。現在，我們自然知道，算學的演繹常常會受到實驗的阻礙。這並不是因為算學的推理，是自身的不完全，只是因為我們所開始的前題不能恰準與事實相應。牛頓對於這個，完全認清，他曾說，用算學來描述自然，這種嘗試，也許能，也許不能成功。假使失敗了（他說）我們必得試用別種方法。依照歷史的事實，這方法已有了巨大的成功，但是我們不能假定，「自然」必定是一副算學的機器，雖然假使他不是如此，我們便不能了解他。

我們曾說過，伽利略是第一個人使運動的觀念清楚而正確，足以用算學方法來處理的。在做這工作時，他又不得使用從「時間」觀念出來的一個正確的算學概念。因為他抓住時間的算學性質（當作一個平均的流，）引得他發明了更加準確的時鐘。

伽利略相信，宇宙之真正重要的性質，就是那些能用算學來定界說的性質。例如事物之間，有大小，形狀，重量，及運動之不同，而這四種性質都可以用算學描述。他相信，整箇的宇宙是由原

子構成的這些原子具有上述的幾種性質。運動的不同，是由力產生出來的，但是伽利略沒有告訴我們，力是什麼。他使這力的觀念帶着一點神祕性。他的結論是由力而動作的原子之聯合，產生整箇的物質宇宙。在這結論中，實則已經呈獻了將近二百年間支配物理學的問題了。我們可以粗粗地說，物理科學是來嘗試解決一個巨大問題——就是要證明，一切事物都可用微粒子的運動來解釋。在這些運動的名詞中，有些必得要解釋的是物質的不同的形態——固體，液體和氣體。又有些必得要解釋的現象如熱，光，聲，磁，電以及其他一大羣的現象，除了萬有引力以外。這是我們將來要看見的，這種努力，一部分是成功了，一部分確已捨棄了。

三

依照我們所已知的，科學的冒險事業，開始是假定真實宇宙所僅有的些性質是大小，形狀，重量，和運動——這些都能用算學來描述；就是說，他們都是量的性質（quantitative properties）。但是我們知道，世界上的形態並不顯然是量的。例如，我們所曉得的色，聲，味等。這些知覺告

訴我們真實宇宙中的些什麼呢？這問題是屬於哲學的，並且各種的哲學家作了各種不同的答案。但是科學的一般的假定是這些非量的性質（non-quantitative properties）並不是真實的客觀宇宙之一部分。這觀點是伽利略定好的，他是第一個將它弄明白的人。他說：

『但是首先我要提出來研究的，是我們所呼爲「熱」的這東西，照一般所公認的觀念，當它是一種真正的性質，存在於我們所覺得它熱的那件事物之中，但是這種觀念距離「真理」很遠，如果我的些嚴格的懷疑是確正的話。我說，當我想起一塊有形的物質時，我便覺得自己不得不聯想到，那物質是被限制或繪畫成如此這般一個圖形；想到它和其他物質比較是或大或小；想到它是在這地位或那地位，在這時間，或那時間；想到它是在運動或靜止；想到它是接觸或不接觸別個物體；想到它是單個的，少數的，或多數的；總之，決不能想像到一個物體可以和這些情形分開的；至於它是白的，或紅的，苦的或甜的，有聲的或無聲的，香的或臭的，我並不覺得我的心被強迫着承認它必須具有這等情形；所以，假使感官不是隨身的衛士，則理性或想像的自身，或許永不會達到它們（指色、聲、香、味、等）。因此，我想，這些味、香、色、等，似乎是存在於對象一方

面，實則只不過是些名字，但它們僅存在於有感覺性的體中；所以，假使那對象離開去了，這些性質一定通統是停止而且絕滅了。雖然如此，我們一經把名字給與它們，而這些名字與固有的真實的性質之名字迥然不同，我們便得引誘我們自己相信它們也是確實存在的，恰和固有的真實的性質一樣。我想舉例來說明，可以把我的意思解說得更加清楚些。我用一隻手，先撫摩一個大理石像，後撫摩一個活的人。關於從這隻手上所發生的影響，若就手的本身說，無論是在這個或那個對象上，結果都是一樣的——就是那固有的性質，運動和接觸——但是那活的人體所感受的，便因接觸着不同的部分而有不同的感覺，如果是腳底，膝蓋，或腋窩被摸着，則除了普通的觸覺以外，還有一種感覺，我們曾給它定了一個特殊名字，稱為「酥癢」。如今，這感覺完全是我們的，決不屬於那隻接觸我們的手。於是我以為，這一定是大大的錯誤，如有人說，那隻手，除了運動和接觸而外，還另有一種不同的能力——就是使人酥癢的能力；於是酥癢也是存在於手中的一種性質。一張紙，或一片羽毛，輕輕地擦在我們身體的任何部分，隨你的便，若論紙或羽毛的本身，在任何部分都是做的同樣的工作——就是運動和接觸；但在我們方面呢，假使接觸在

兩眼之間，或在鼻上和鼻孔之下，便要激起一種幾乎不能忍受的酥癢，而在其他部分是不會感覺着的。如今，這酥癢全在我們方面，不在羽毛上，假使離開了這活的有感覺性的身體，它只不過是一個名字。我確相信，這些不同的屬於自然物體的性質，如味、香、色等等，自有其恰相似而不更大的存在。至於外界的物體，能激起我們的味覺、嗅覺、聽覺的，如要求於大小、形狀、數目、慢或快的運動等之外，更具有其他的性質，我卻不能相信；我的判斷是：假使耳、舌、鼻都拿開去了，形狀、數目和運動將依然存在，但是香也沒有了，味也沒有了，聲也沒有了，它們，如果離開了活的動物，我決不相信，除了名字之外還有些什麼，正如酥癢只不過是一個名字，假使離開了腋下和鼻膜。」

因此，伽利略主張，真實宇宙的特性是量的，我們之知道性質的區別，只是我們的心反應某量的區別。例如色是不列在科學的計劃中的。光是在「能媒」(ether)中的一種波動，因不同的波長，才有不同的色。科學所論到的便是這波的長度。因為這理由，色盲的人，或天生的瞎子能完全了解全部的光學。

這是要注意的，在上面摘錄的一段中，伽利略不是證明，而是假定，重量，運動等等的認識，與

色、聲等等的認識是全不相同的。他假定第一類的認識，啓示給我們一個客觀的真實；第二類卻不是這樣。他以爲，重量，運動等等，「沒有活的動物」，依然存在。這一種假說是許多哲學家所不贊成的。但是這種分別是很重要的，因爲用它的方法所劃定的科學之界限是很清楚的。科學是局限在宇宙的量的形態中，但並沒有真實的理由來假定，凡科學所忽視的一切，比之科學所承認者要欠真實些。

四

雖然物質由不可分的微粒子組織而成的理論，在十九世紀以前，還沒有得着正確的形式，而多少有些模糊形態的原子論，自從伽利略以後，便已爲許多科學者所主張。但是使這理論成爲量的，於是再進而成爲探討中的一個有價值的工具之第一人，卻是道爾頓（Dalton）。他將它應用到化學的現象上，得着顯著的成功，因此給化學以其向來所缺乏之量的根據。

直到最近，原子纔被認爲微小的，堅硬的，或許是球形的一粒物質。『原子』（Atom）這

名詞，正確用來，只能應用到一種化學元素的最後分子上。一種化合物自然是兩種以上的元素所構成，它的微粒子，適用『分子』（Molecule）這名詞。世界上約莫有九十種化學元素，其他一切物質都是由它們之中的兩種以上所化合。例如，鈉是一種化學元素，氯也是的。但是氯化鈉（就是普通的食鹽）就是鈉和氯的結合。水是氫和氧的結合。水的一個基本的粒子——分子——含有兩個氫的原子和一個氧的原子。因為要了解這些，以及化學上的些類似的事實，我們只消當原子是一個微粒子，像很微細很微細的一粒沙，並不須知道更多些。也不須論到原子的構造。並且，我們將來會知道，這簡單的概念已足夠說明許多物理現象。至於認原子為一種極複雜的構造，不過是由於最近的探討。

物質的三種形態——固體，液體，氣體，——根據原子論是很容易說明的。在固體中，我們可以當那些原子是在固定的地位。它們可以在固定的位置上而振動，但很少游行的自由。因為這理由，固體保持它一定的形狀。在液體中，原子比較有運動的自由；它們各個之間，能互相滑過。因此，液體能隨着它所裝進的器皿而變形。雖然如此，液體的原子也聯合得充分地密切，所以液體

無論被放到任何器皿中，仍能保持同樣的體積。但是，在氣體中，原子已成就了它們的最高度的自由。一種氣體含有大量的原子，或分子，以各種的速率，向各方飛動。對於氣體的大小或形狀，並沒有天然的限制。一種氣體單純地膨脹着，直到充滿了容它的那器皿爲止。因此，從廣泛的大綱說，物質的三種形態之區別，很容易用原子論來說明。

使固體變成液體，使液體變成氣體的原動力便是熱。根據原子論，便可說，熱能增加物體的原子及分子的運動。這很容易更進一步而假定，熱實際是由這些運動而成。這理論，現在成爲公認的理論，或許是伽利略主張，經牛頓，虎克（Hooke），波義耳（Boyle）等確定的。但當十八世紀時，這理論——即熱是運動的方式——的聲名墮落了，起而代之的，是熱素說。依照這理論，熱是一種流動體，名叫『熱素』（Calorie），它與物體聯合，使使物體的溫度增高。這理論常是不能令人滿意的。因爲很不滿人意，所以科學者常常在修補它，以應付各種的反對。例如，熱素說的原形是說明這樣的事實：物體受熱而膨脹是熱素的分子走進了那物體互相排擠着，因此使物體伸張出去。但是這種膨脹的規律，分明是不普遍的。例如，水在結冰時膨脹，這怎樣地解說呢？熱素說