

相對於論入門

巴涅特 著 仲子 譯

THE UNIVERSE AND
DR. EINSTEIN
by Lincoln Barnett



相對於論入門

巴涅特著

仲子譯

THE UNIVERSE AND
DR. EINSTEIN

by Lincoln Barnett

今日世界出版社

相對論入門

巴涅特著

仲子譯

今日世界出版社出版
香港九龍尖沙咀郵箱5217號
(登記證內版僑台誌字0066號)

港澳總代理：張輝記書報社
香港利源東街四號二樓

台灣總代理：新亞圖書股份有限公司
台北市和平西路一段八四號
郵購劃撥帳戶110075號

1977年9月第13版
定價：HK \$2.50 NT \$25.00

Copyright © 1948 by Harper & Brothers. Copyright
1948 by Lincoln Barnett. Revised Edition, Copyright
1950. Second Revised Edition, Copyright 1957 by
Lincoln Barnett. Published by Permission of the Pub-
lishers. Title of the original edition: The Universe
and Dr. Einstein.

13th printing

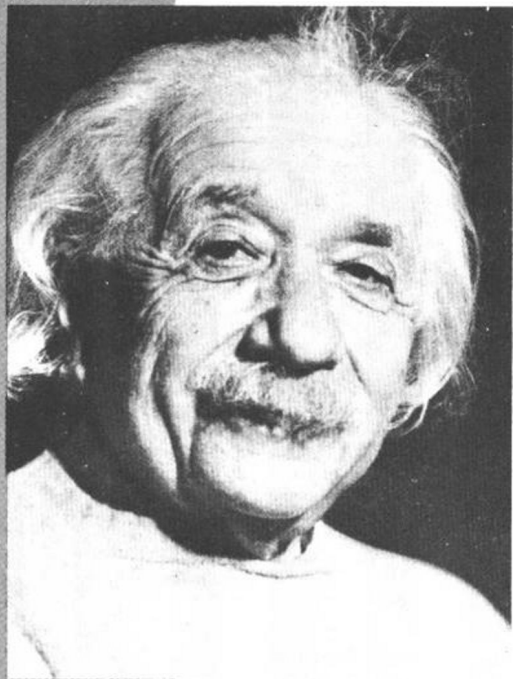
September 1977

愛因斯坦序

凡是試過以通俗體裁來寫相當抽象科學問題的人，都知道此中艱苦。作者不是設法避開問題的核心，只把表面的光景或模糊的譬喻告訴讀者，讓讀者產生自以為懂的錯覺；便是把問題說得極其專門，使未曾受過科學訓練的讀者讀來莫知所云，望而却步。

要是從目前的通俗科學讀物中去掉了上面所提的兩類，所餘也就無幾了。但是所餘的那一點點倒真值得珍視。讓一般人有機會明白並且認識科學研究的成就，是非常重要的。僅僅讓少數科學圈內的專家來討論和應用這些成就是不夠的。把知識限在一小羣人當中，不但削弱一個民族的科學研究精神，而且會引致心智上的貧困。

巴涅特的這本書對通俗科學讀物是個有價值的貢獻，它把相對論的主要觀念介紹得極到分寸，並且對物理學的現況有扼要的敘述。儘管科學上有那麼多成就，我們對解釋宇宙的一些基本理論，仍不知如何取捨。這



種困難是我們對真實的認識日深和大家競求一個統一的理論來綜合一切經驗所造成，作者對這一過程也有所闡明。

愛因斯坦序於緬澤西州普林斯頓城

一九四八年九月十日

刻在紐約河濱教堂四壁上六百位歷代偉人的雕像，不朽地屹立在石壁上。

這些聖者、哲人與帝王，張着永遠不滅的眼睛，注視着空間和時間。其中有一壁專門安置自古迄今科學天才，一共十四位，由死於紀元前三七〇年前後的希臘名醫協浦克拉提斯到一九五五年纔逝世的愛因斯坦。在這些已故著名人物中，祇有愛因斯坦一個人的震撼世界的功績，今天活着的人大都仍能記憶。

另一件事同樣值得一提：每星期到曼哈頓區這所美與美輪的新教堂來做禮拜的幾千人中，十九不懂爲什麼愛因斯坦的像也刻在堂中。原來當年設計教堂壁像時，主持人浮士迪克博士曾寫信給一羣美國知名科學家，請他們列舉十四

位科學史上最偉大的人物。各人所舉不同，大半列舉了阿基米得，歐幾里得，加利略和牛頓，但是張表上都有愛因斯坦的名字。

愛因斯坦於一九〇五年發表狹義相對論，但一般大眾要到五十多年後的今天，才開始明瞭他所以能在科學界享盛譽的原因。這一段時間上的大距離，正好說明美國教育上有待填補的空隔。現在經常看報紙的人，大都只模模糊糊知道愛因斯坦對原子彈的發明有過貢獻，除此之外，他的名字所代表的，只是高深莫測。他的種種理論雖已構成現代科學主體的一部份，但是其中有許多還沒有列入現代的教育課程，難怪許多大學畢業生還把愛因斯坦當成數學上的玄想家一類人物，不知道他所發現的宇宙定律，已在人類探求物質世界真象的緩慢奮鬥中，佔有非常重要的地位。他們可能還不知道相對論的影響遠超過科學範圍，本身已形成一個主要的哲學體系，把洛克、伯克利和休謨等偉大的認識論者的思想發揚光大。無怪他們對身處其中的龐大、奧秘與安排得非常神秘的宇宙，會要不甚了了。

×

×

×

愛因斯坦博士久任普林斯頓大學高等學術研究所的名譽教授，晚年致力研究一個困惑了他將近三十年的問題。這就是他的「統一場論」，希望用一連串

互相契合的方程式，來說明規範「引力」和「電磁」這兩大宇宙基本力量的物理定律。我們所見的內在世界的現象，十有八九好像都是這兩種基本力量形成的。明白了這一點才能夠體會這件工作的價值。電和磁固然在古希臘時已經知道，而且還有人研究，但是直到一百年前，大家還把電與磁當成互不相關的兩種東西。到十九世紀時，烏爾斯迭和法拉第從實驗中證明在電流的周圍總有磁場，磁力在某些情況下也能夠感應出電流來。從這些實驗中，科學家發現了電磁場，諸如光波、無線電波以及一切其他的電磁波動，都是靠着電磁場在空間傳播。

因此電和磁可以視為一種力的兩般形態。除掉引力以及新近纔發現而簡直不能瞭解的介子力（似乎是結合原子核中各部分的力）之外，差不多所有物質宇宙中其他的力（諸如摩擦力，原子結合為分子的化學力，物質的較大微粒接合起來的黏着力，物體維持其原形的彈力）都是由電磁來的，都是物質間的相互作用。因為物質全由原子組成，原子又由帶電的微粒構成。可是引力現象和電磁現象非常相似。行星在太陽的引力場中轉動；電子在原子核的電磁場中飛旋。而且地球就是一個大磁體——凡是用過羅盤的人都知道這個顯著的事實。太陽也有一個磁場，星體也都有。

雖曾有人作過多次的嘗試，想證明引力就是電磁的作用，但都失敗了。一

九二九年，愛因斯坦自以為成功了，發表了一篇統一場論，後來覺得不妥當把它放棄了。他在一九四九年底完成的新理論，比舊的範圍要大得多；因為這個新的理論宣佈了一套宇宙律，不僅包括星球之間的太空中無限的引力場和電磁場，還包括原子裏面可驚的小力場。統一場論所希望達到的整個偉大目標能不能實現，有待積年累月的數理和實驗工作來斷定。但是統一場論所解釋的廣大宇宙景象一旦完全顯露出來，大宇宙和小宇宙當中的懸隔，必定可以打通，整個宇宙複雜結合體會成爲一個純一的構造物：質和能不分，各種形式的運動，大自天河外系的慢轉，小到電子的狂飛，都不過是這個基本力場在結構和集中程度方面的變化罷了。

因爲科學的目的在描述和說明我們所生活的世界，像統一場論這樣的理論，能夠在一個調和的理論範圍內把自然的許多方面解釋明白，纔算達到科學的最高目標。可是「說明」一詞的意義，隨着人類搜索事實的進展，日見狹窄。科學到現在還不能真正「說明」電、磁和引力；電、磁和引力的作用可以量算，也可以預先測定。但是說到根本性質，現代科學家所知道的，並不多過古希臘邁里特斯市的泰理斯（紀元前五八五年前後時人，爲首先思索摩擦琥珀生電現象的人）。現代物理學家大半不相信人類能有發現這些神秘力量「真正」是什麼的一天。哲學家羅素說：「電不像聖保羅大教堂，它不是一件東西，

而是東西行動的一種狀態。我們把東西感電時如何行動以及東西在什麼情形之下感電說清楚後，我們所能說出的也就說完了。」不久以前，科學家還嘲笑這種說法。亞里斯多德的自然科學理論支配西方思想凡二千年，他認為人類可以從自明的原理來推理，總有一天可以認識基本的真實。試舉一個自明的原理為例：宇宙間一切事物都有它應有的位置，因此可以推知物體落到地上是因為地是它的歸宿，煙上昇空中是因為空中是煙的去處。亞里斯多德科學理論的目的是說明事物「為什麼」發生。加利畧開始想法子說明事物「如何」發生以後，現代科學才萌芽，才有了在控制的情況下來實驗的方法，成為今天科學研究的基礎。

加利畧的發現，以及三十年後牛頓的發現，發展而成一個由各種的力、壓力、張力、振動和波動形成的機械式宇宙。自然的程序似乎沒有一樣不能用平常的經驗來描述，用具體的範例來表明，或是用牛頓的非常準確的種種機械定律來測定的。但是當世界將近進入二十世紀的時候，這些定律已經露出了破綻；破綻雖然不大，可是性質却極基本，牛頓認宇宙如機械的整個理論體系開始崩潰。約在二十年前，大家已開始懷疑科學是不是的確能說明事物如何發生了。到了目前，科學家到底接觸到了「真實」沒有——或是有沒有希望——都成了問題。

從內在看不見的原子世界到外在諸天河系之間深不可測的太空，在人類的認知範圍內，出現了若干因素，引起了物理學家對暢行無阻的機械宇宙觀的懷疑。

一九〇〇年至一九二七年間產生了兩大理論體系，從量的方面來說明大、小宇宙間的現象。一個是量子論，講質與能的基本單位；另一個是相對論，講空間、時間和整個宇宙結構。

這兩種理論同是現在公認的現代科學思想的兩大柱石。兩者都依據一致的、數理的關係，在本身的範圍內來描述自然現象。正如牛頓的定律所解答的

不是亞里斯多德派科學家所要解答的「爲什麼」那樣，這兩種新理論所解答的也不是牛頓派科學家所要解答的「如何」。它們祇供給種種的方程式，例如：能極精確地說明光的輻射和傳達定律的各種方程式。但是原子用什麼樣的實際機構放射光？光又藉着什麼在空間傳播？還是自然界一個最大的秘密。同樣，科學家根據放射現象定律能夠預知定量的鈾中有若干數目的原子在若干時間內崩解。但是究竟哪一些原子要崩解以及怎樣選定這些要崩解的原子，還是人類所未能解答的問題。

物理學家接受用數理對自然界作的解釋，就不得不放棄我們憑經驗認識的平常世界，也就是憑感覺來理解的世界。要瞭解物理學家爲什麼不能不放棄，就必須越過物理學與形而上學間的精微界限。觀察者與被觀察的實體之間的關係，主觀與客觀之間的關係，自有理性以來，即成爲困擾哲學思想家的問題。二千三百年前，希臘哲學家德謨克利特斯說：「不但一切的顏色，連甘與苦，冷與暖，這些東西祇存於觀念中，事實上並不存在；真正存在着的是不變的微粒，原子，以及它們在空間的運動。」加利累也知道像色、味、香、和音等感覺的純主觀性質，他指出：「這些都不能算作外在事物，猶之有時觸及外在事物而發生的癢或痛不能算是外在事物一樣。」

英國哲學家洛克爲了深入探討「物質的實質」，把物質分爲第一性和第二

性。他認為形狀、運動、堅度、以及所有可用幾何測度的性質者是實在的或第一性，是事物本身固有的；至於第二性，如、音、味等，祇是投射到感官上的影象罷了。在後來的思想家看來，這樣的區別顯然是很勉強的。

偉大的德國數學家萊布尼茲說：『我能夠證明不僅光、色、熱等等，還有運動、形狀和伸張，都只是表面的性質。』譬如說：我們的視覺告訴我們高爾夫球是白的，視覺在觸覺的幫助下告訴我們這球是圓的、滑的、小的。圓、滑、小這些性質，離開我們的感覺時，就像我們習慣上稱之為白的性質同樣的不實在。

這樣一來，哲學家和科學家逐漸獲得了一個驚人的結論：因為每樣客觀物體祇是它的各種性質的總和，又因為這些性質祇存於人的意念中，所以質與能，原子與星球合成的整個客觀宇宙，除了把它當成一個意識的結構，當成用人類的感覺形成的習用符號來表示的大結構以外，並不存在。像唯物論的主敵伯克利所說的：『所有天上的歌唱隊乃至人間的家具雜物，總而言之，所有構成世界這個大構造物的那些物體，要是沒有心的覺察，根本就沒有實質……祇要它們實際上沒有被我發覺，或是它們並不存在於我的或任何其他生靈的心中，那麼它們不是根本不存在，就是存在於永生神靈的心中。』愛因斯坦把這一連串的邏輯條理推演到了極致，他說明時間和空間也祇是直覺的兩種形

式，和我們對顏色、形狀和大小的概念一樣，同是不能離意識而存在。空間，除了藉我們所發覺的客觀事物的秩序或排列來認識它之外，並無客觀的實在；時間，除了我們藉事情發生的先後次序來量度它之外，沒有獨立的存在。

★

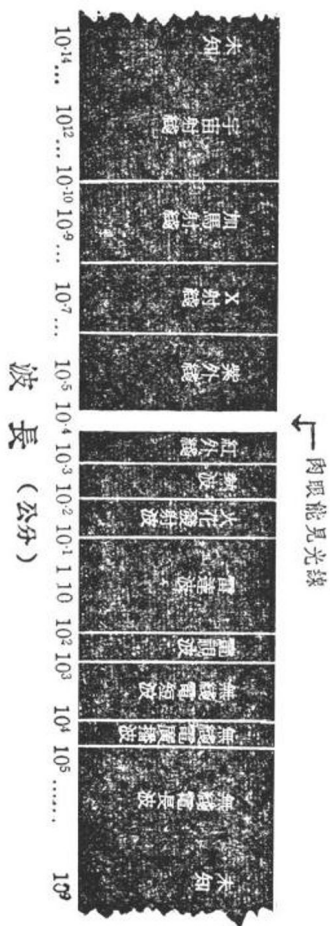
★

★

這些哲學上的玄妙理論深深地影響着現代科學。哲學家把一切客觀實在化為藉感覺而存在的影子世界之後，科學家開始發現人類感官能力極其有限。將三稜鏡放在陽光裏，可以看到折射出的七彩太陽光譜，肉眼所能見到的光幅也盡在此了。因為肉眼祇能感受由紅到紫之間很狹一段幅射帶。光波波長差個幾十萬分之一公分，便形成能見與不能見的大分別。紅光波長是： 0.0007 公分，紫光波長是： 0.0004 公分。

但是太陽還放射其他輻射綫。例如紅外綫的波長在： 0.0008 到： 0.03 二公分之間，太長了一點，雖然皮膚能感覺出它的熱力，却不能刺激眼睛的視膜網發生光的感覺。同樣，紫外綫的波長在： 0.0003 到： 0.0001 一公分之間，太短了一點，肉眼不能見，但能使照相底片感光。波長比紫外綫還短的X射綫的「光」，也能照成相片。此外還有頻率比這更低和更高的電磁波，如鐳的加馬射綫，無線電波，宇宙射綫等，可以用種種方法偵測出來。它們和光不

同的地方祇在波長不同。所以很明顯的，世界上的『光』，多半是肉眼看不見的。人類見到的四周的實體，因為視覺器官能力所限，都走了樣，不夠份量了。譬如說肉眼要是能見X射線，那麼人類所見的世界將大為不同。



從電磁光譜可以看出肉眼能見的光幅如何狹窄。從物理學的觀點來說，無線電波、肉眼能見的光、以及像X射線、伽馬射線等高频率輻射線之間的唯一差別，在於波長。但在這個由波長一萬億分之一公分的宇宙綫到波長無限長的無線電波之間這麼大的電磁射幅中，肉眼所能見的祇有上表用白色標示的那麼窄的一段。上表中的波長用十進制標示：即₃10公分等於一千公分；₃10公分等於千分之一公分，餘類推。

我們所得的關於宇宙的全部知識，說來祇是憑我們的性能不完全的感官所得的模糊印象的殘影，我們追求真理的工作看來似乎沒有什麼希望。要是說東西都要藉感覺才存在，那麼這個世界勢必瓦解成一個各人憑自己的感覺去理解的無政府世界。但是在我們的感覺機能中流漾着一種奇妙的條理，好像我們的感官所知覺的客觀真實，的確有存在的可能。雖然沒有誰敢說他所感覺的紅色或中間C調是不是和別人感覺的一樣，但是我們仍可假定人人所見顏色，所聞聲音，大致是相同的。伯克利，笛卡兒和斯賓諾薩把自然這種運行的和諧歸功於上帝。現代物理學家不願依靠上帝，要自己來解答自己的問題（這點似乎已日見困難），他們強調自然依循數理原則作神妙的運行。這種正統的數理宇宙觀，使愛因斯坦等理論家能夠只憑方程式的計算來預見並發現自然律。今天物理學的矛盾，在所用數理器械越精進，作為觀察者的人類與科學企圖說明的客觀世界之間的阻隔便越深。完全就大小來說，人恰恰居於大世界和小世界的中間，這一點對人類也許很有意義。說簡單點，這等於說，超巨型的紅星（宇宙間最大的實體）大過人的程度，和電子（最小的一種自然實體）小過人的程度一樣。難怪自然神秘的最重要處都在離開感官受限制的人類極遙遠的領域裏。科學既然不能用古典物理學常用的譬喻來描述「真實」的極大和極小兩端，自然祇好以指出事物間的數理關係為已足。

一九〇〇年，科學開始由機械地解釋宇宙，退向用數理來抽象說明宇宙。

卜蘭克在這一年提出了量子論，來說明他研究輻射時發生的若干問題。物體受熱，到熾熱的時候發出紅焰，然後隨着溫度的增高，由紅色變為橙黃、黃色，最後變為白色，這是大家都知道的。十九世紀時，科學家會想盡辦法希望創出一條定律，來說明物體受熱放出的輻射能量，如何隨波長和溫度而變更。一切的努力都失敗了，直到卜蘭克纔用數理方法找出了一個能夠滿足實驗結果的方程式。這個方程式的特點，是卜蘭克不得不假定輻射能的發放，不是如流水潺潺不斷，而是間間斷斷一點一點或一部分一部分地放射。他把這種小點叫