

現代國民基本知識叢書 第四輯

近代物理學論集

歐本海默等著
張儀尊等編譯

中華文化出版事業委員會出版

現代國民基本知識叢書 第四輯

近代物理學叢書

歐本海默等著
張儀尊等編譯

現代國民基本知識叢書 第四輯

近代物理學論集

中華民國四十五年四月初版

定價新臺幣廿五元整
(外埠酌加運費匯費)

著者 歐本 海默 等

編譯者 張儀尊 等

出版者 中華文化出版事業委員會

發行者 中華文化出版事業委員會

版權所有
不許翻印

地址：臺北市中正路一七三〇號

電話：二七二九

印刷者 中國新聞出版公司印刷廠

地址：臺北縣中和鄉中和路二七四號

總經理處 中央文物供應社

地址：臺北市仁愛路一段二號

電話：二二九三六

例 言

本論集收載曾刊於新思潮月刊之著作七篇，都十五萬言。前四篇為有關於原子之研討，第五篇泛論宇宙真相，第六、七兩篇則為大科學家愛因斯坦及居利夫人之生活傳記。各篇均係就最近國外出版之名著，撷其精華，述其要旨，為便於讀者之展閱原著起見，特將原書之書名、著者、及出版時地，開列原文，附於文題之次，以供參考。

近代物理學論集

目次

從牛頓物理到原子物理·····	張儀尊·····	一
新原子·····	張儀尊·····	四
原子武器與原子能的和平利用·····	葉秀峯·····	一五
原子能事業之發展·····	葉秀峯·····	一元
宇宙的真相·····	吳炳鍾·····	一三
愛因斯坦的生活及其時代·····	戴運軌·····	一六
居利夫人傳·····	謝枏·····	一全

從牛頓物理到原子物理

張儀尊

原書名及著者： Science and Common Understanding, by J. Robert

Oppenheimer

出版時間地點： Simon and Schuster, New York, 1954

歐本海默(J. Robert Oppenheimer)從一九四七年起即主持新澤西的普林斯敦研究院。他是一位物理學家，曾就學於哈佛、劍橋和哥廷根，歷任加州大學和加州理工學院的教授，在一九四五年間他任新墨西哥羅司亞拉摩司(Los Alamos)研究室主任，第一顆原子彈就是在那裏製出的。他在倫敦領導一九五三年萊司演講(Reith Lectures)，由英國廣播公司播送，這一本書就是他的六篇演講的彙集。

一、牛頓：光明之路

科學改變了人類生活的條件。牠改變了物質的情況；經由這些改變，牠變更了我們的勞力和休息，我們個人或團體的力量和這種力量的限度，我們求學的方法工具及本質，決定是非的關係和形式。牠變更了

從牛頓物理到原子物理

我們居住、熱愛、學習和行動的社會。牠產生一種尖銳而透澈的改變，進入我們自己生命的一瞬。科學的概念改變了人們對他們自己以及對世界的想法。

描述這些改變不是一件簡單的事；發生錯誤的機會是很多的。就許多物質的變化而論，如機械、動力、生命的延長，人口的集中，新的武器，新的交通和情報的方法，這些都是科學和實用技術的產物，不過祇是一部分材料，可據以分析政治、經濟和歷史的知識。這些是人類紛芸事件中的幾個線索，牠們的估價不見得比歷史中任何其他部份更確定而詳盡。

至於科學的發現對於人們所想到的，而本身並非科學的事情，所生的影響，思想史家也有類似的問題。注意到人們就他們的思想實際上說了這是什麼，誰作這樣的想法，以及為什麼這樣想法，我們就會發現，偶然的和不可逆料的事件，個人奇異的偉大和愚昧，構成一個決定的部份。和其他歷史一樣，人們甚至於可以看到大科學家的科學，被解釋成科學家本人的看法和態度，而實際上完全不是這一回事，有時和牠們完全相反，

科學中所用的字和我們日常所用的相同，正因其如此，牠們常常使我們誤解。因為科學中的字，如相對性、原子、嬗變、作用等。都賦與一種精密性、精確性，結果意義完全不同。

因此問到科學的發現和人們對一般事物的看法，兩者之間有何關聯，我們必須要小心。事實上他們間的關係是非常深厚，密切而不易捉摸。的在這裏我們要闡明的是啓發、幫助，以及鼓舞人們求知的原子能

理中，有些什麼新東西；但是其中的關係，據我想並非邏輯上必然性的關係。因為科學本身即使不是反玄學的活動，至少也是非玄學的活動。牠把許多常識以及專門科學中已有的知識視為當然。牠要增加，改變，或推翻任何東西的時候，牠必須以無條件地接受許多事實為基礎。因此科學的敘述避免應用「真實」、「最後」這一類的字眼，發現科學真理的環境，當我們闡發牠的時候，從來不會離我們很遠，但是牠們好像形成一個保護層，使牠們不能無限制地、普遍地被接受。

我們已經發現了原子，牠們是構成物質的質點，牠們像星座一樣，以及牠們在運動，可以解釋一切物性。但是牠們以及構成牠們的更小的質點，並非永久不變或不能改變。牠們並不像有定形的、無限堅硬的物體。這些發現可能很動聽，使人不要想到我們的世界由固定不變的堅硬小球構成；但是這些並非定論，因為人們可以堅持真正的原子，即不變的堅硬的原子，尚未發現，也許永不能從物理實驗中發現，但牠們卻是基本的真理，其他一切，包括物理的世界的了解，都要用牠來說明。

此外我們可能已經發現，當神經的激動從眼睛的網膜傳向腦的本身，牠們的幾何排列漸漸不像所見的對象。我們普通的見解，認為概念是視覺中對象的幾何複本，因此可能趨於複雜化，或須加以限定，我們不能也無須完全把這種看法完全抹殺。

科學家可能明瞭，無論牠要發現什麼，他的研究範圍是什麼，他追尋真理的基礎是和其他人互通消息。大家同意觀察和實驗的結果，用同樣的語法說到他和其他的人所用的儀器、對象和程序。他可能明瞭一項

事實，即他所知道的一切是從他人的著作、行爲和談話中學到的；而且祇要這些實驗對他很生動，而且他是一個很有頭腦的人，他也許不會這樣設想：祇有他的知覺是真實的，而其他的都是虛幻。然而這種看法也並非在邏輯上必須根除的；牠可能不時支配他的精神。

雖然任何一種科學都有無數的例證，顯示普遍定律和變動的現象間的相互關係，雖然科學的進步不斷地增加這些關係，但科學知識及其應用既不強迫又不否定人們的一種信念：真實世界中變動的現象是虛幻的，祇有永久的不變的觀念是真實的。

在原子世界中，我們獲悉許多事件並非在因果方面由一種嚴格的有效的原因決定，假使我們習慣這個世界，並且承認用於一切普通物體和事件的經驗，原子的缺乏因果關係並無重大關係，則任何發現都不會使人在想到廣泛的世界時，堅持一種因果的或非因果的思維方式。

這些例證說明科學發現和哲學家對現在科學所能接近的經驗的看法可以有衝突，牠們也說明，假使科學所揭露的，關於世界的知識，以及有關尚未發現或永不能被發現的部分之間存有關係，這些關係在邏輯上並非必然的；牠們並非絕對而有強迫性，同時就牠們的特性說，一個智力團體的統一性和凝聚性，不能完全依賴牠。

雖然科學的發現不會也不能單獨決定人們所想到的是否真實，是否重要，他們必須表現一種關係，對這種關係的看法因人而異，並且使科學工作以外的許多方面感受影響。這是一種同類相譬的影響，牠的能

圖往往既深且廣。科學事業中產生出來的觀點，可能同樣適用於文學、認識論、政治或倫理問題。在科學上應用而獲得成功的方法，或一項成功的理論，可以激勵人們用類似的方法或理論接近其他的科學。共同理解的迅速進步，可能使人得到一個結論；壞事的根源在於無知，而無知是可以免除的。

以上這些事情都會發生過，而且必然要再度發生。因此我們興奮看到科學對於共同理解的有利影響時，我們必須帶着保留的態度，因為這些關係並非一定無例外地對人有利。

我現在的論題是這樣：我們在科學中所學到的新知，尤其是原子物理方面的，確實給與我們健全而有啓示性的類似知識，適用於人的問題。可是我們必須記住，人類的理解和社會的一般見解，如原子物理方面的發現所顯示，並非完全新奇的。在我們的文化中牠們有一段歷史，而在佛教及印度人的思想具有更顯著的地位。

現在我將就有關這一世紀改變了的經驗的背景，描畫兩個輪廓。其一是物質世界的景象，牠從笛卡兒（Descartes）的出生到牛頓的逝世，開始成形，綿延整個十八世紀，而且經由大量延伸和充實，仍然構成我們時代開端的基本圖形。第二個輪廓表現十七世紀和十八世紀科學在學者和事業家間導致的方法、希望、計劃和格調，在我們現在所承認的，那個開明時代中，有一些特殊的要點，深入我們的傳統，爲我們所不可缺少，同時也顯得不够。

在整個十七世紀中，爲了描畫物質世界的輪廓，曾經有過很大的波折。整一百年的爭執終於斷定了一

件出乎平常經驗以外的事，就是運動，祇要是等速運動，就無須原因和解釋，這就是牛頓的第一定律。哥白尼（Copernicus）的地球繞日旋轉的影響，沒有牛頓的定律那麼深遠，雖然所引起的爭執更為激烈。物質世界是物質在運動，而要了解這種運動，就要說到物體的衝力（impetus）或運動量（momentum），牠不會無因而發生改變的；還有要說到的是力，牠作用在物體上就可使運動發生改變。這種力迅即發生作用，牠產生一種趨勢使運動量發生改變，而任何一個途徑都可以用使物體離開等速運動的力來分析。物質世界是一個微分定律的世界，這個世界把一個點上和某一瞬間的力及運動，和無限近的空間一點和時間一點上的力及運動連接起來。

在這些力的本身中，最重大的宇宙事件（即支配天體運行和地上的落體的事件）也被牛頓發現了，那就是萬有引力定律。但是這種力是否也是從一處到另一處展佈，在連續的瞬間逐點作用的，還是就是隔開很遠的物體間固有的作用？牛頓從未回答這個問題，雖然他以及惠根斯（Huygens），在研究光的進行問題時已經為一種確定的觀點樹立了基礎，那就是物體內部的空隙都具有物體的性質，並且可以影響其他的物體。

直到十九世紀法拉第（Faraday）研究電力和磁力，人們纔了解在空間存在的，不僅是物質由於牠的質量而具有的引力，同時還有由於牠們的電荷而具有的磁力和電力。我們必須承認牛頓和他同時的人，已經知道物質內部有一種力使物質凝聚成整塊，但是他們對這種力的本性茫無所知。甚至到現在，引力和電

力及磁力間是否有關係，關係如何，我們也還沒有知道。

但是對於許多和牛頓同時的人以及許多後繼者而論，這些問題並不急於要解決，他們相信，祇要力決定了，自然的定向就可以預先說明，既然引力被發現，其他的力也可以在觀察和分析下無所遁形的。直到本世紀我們開始發現用微分的方式闡釋自然以及和整個獨有的定律及事情，看來不易調和；同時我們也不得不承認，物體和原子間的關係，以及空間充滿了光、電、及引力，是如何不平凡而且出乎我們的意料。

在十八世紀，世界被視為一個巨大的機構，牠是一個因果的世界，其中發生的一切事情都有他的充分、完全、迅速而有效的原因。這個偉大機器有牠前定的方向，任何時候，有關牠的現在及未來的知識，在原理上都可以被人找出的，也許事實上就是如此。充塞世界中的對象，從天體到原子或構成原子的質點，都可以由觀察和實驗找到，並且牠們的存在以及牠們的性質，不受觀察的影響，那就是說，這個機器不但因果的、前定的，同時也是客觀的，沒有人類的動作可以改變牠的習性。

像這樣的一個物質世界，使對象和概念間剖若鴻溝。因此在十八世紀和十九世紀中，科學上許多進展已經使上項巨大機器的粗糙圖形，以及知識和求知者之間間隙，趨於緩和而且複雜化，統計學的進展最後容納了人類無法獲悉的事情，作為測定力的性質的一種解釋因素。其他如化學、生物，牠們的現象看來不像是在運動中的物質所生的結果。雖然如此，儘管同意和保留的程度上有差別，一般的信念是這樣：整個自然界最後將推到物理，到巨大的機器，巨大機器的影像仍存留在我們的心目中，代表真實的客觀世界。

以上是過度簡化的牛頓世界觀。十八世紀的科學並非一種完成的事業；假使人們知道得愈多，他們感覺所缺的東西愈多，對於世界作理性的了解並不是對一個世代或是一個人的了解。近代的大量發現已驅使「古已有之」的想法沒有存在的餘地。

人們走向發現途程是一條漫長的途程；他們要跟得上，必須運用他們的智慧、方法和耐心。在這種工作中，進步是不可避免的；而物質科學的方法及成就，將有助於建樹人類理性的一切事業的方法。就化學、心理或政治而論，牠們直接借助於牛頓物理的地方，多半是粗淺而微薄的。十八世紀政治經濟理論得自牛頓方法論的地方，則雖盡力搜尋也不易找到，因為在這些理論中沒有實驗，而牛頓的數學分析也無法應用。這些不是物質科學在文明上所具的意義。

牠的意義是思想的方法，成功的習慣，和當時典型的社團的一種諒解。這些不難從歐洲方面以及後來在美國學術團體中找到，例如皇家學會和法國學院。這些團體中注入了一項對理性力量的信念，以及一種改良的感覺，這是人類知識、動作及生活的條件中不可避免的。牠們基於人類的互信，用他們自己的眼睛觀察實驗以試圖證明一種理論；基於批評和分析的共同經驗，基於數學方法的廣泛的應用，藉以保證客觀性和精確性。這些團體聯合一致以求知識的進步——不斷的批評以改正錯誤，但仍承認在獲得新知識中錯誤是一個不可避免的步驟。這些團體感覺驕傲的地方在於牠們的分子很廣泛，不分宗教和國籍，也在於牠們的方法和智慧，以及新的自由的一種奇異的感覺。

想到當時人們優雅而高貴的理想，不免令人發思古之幽情。我們也許不會全然忘記，這些團體有多少部分要歸功於長時期的基督教的生活和傳說，牠們的詢問、思想和方法，有多少視為當然地從牠們所要改變的歷史演導出來；牠們把這種程序付託給人們的時候，如何使牠們和他們的意想發生深切的改變。

然而這些想法並不見得使十八世紀有多少減色，也不是對那一條光明之路投下真正的陰影，所謂光明之降就是人類更新的希望，要有一種繼續增高而逐漸合理的悟性，以了解他們的世界和他們自身。在該世紀之末，在世界的另一端，這種開明的思想被廣泛地接受而加以發揚。這一點可以從傑弗遜（Thomas Jefferson）寫給一位年青朋友的信中見到梗概，他說：

「……科學決不會開倒車的；已經獲得的真正知識決不會失掉。爲了維持人類思想自由和出版自由，每一個人必須有以身殉道的精神；因爲祇要我們可以隨我們意志去思想，並且照我們所想的說出來，人的情形就會趨向於進步。」

二、科學作爲行動：虛惡福的世界

人類生活有一種累積的景象，這是文化和傳統所固有的，過去爲現在的基礎；牠改變現在，緩和現在；有些地方牠限制現在，有些地方充實現在，知道早期的知識，可以使我們對後來的知識知道得更清楚，在文學上是如此，在哲學也是如此。

科學的累積特性更爲重要。一個人在一種科學中不能「多知多得」，他就很難了解這種科學，關於這一點至少有兩原因：其一必須知道科學上後來的發現，和早期的發現之間的關係，另外必須利用早期科學上的工作做求進步的工具。當我們發現了一些有關自然世界的新東西，這個新東西並非取代我們以前所知道的東西的地位；牠比較後者優越，優越的原因是由於我們進入經驗的新領域，而要進入這個領域常須充分利用以前的知識。惠根斯和弗萊斯耐爾(Fresnel)在光的波動性方面的工作，到現在還和以前一樣地重要，雖然現在根據原子的情報，我們斷定光還具有一些性質，是他們兩人沒有想到，沒有經驗到的。牛頓的萬有引力定律和他的運動定律，是物理經驗廣大領域的基礎，牠們並不因爲有了更廣泛的愛因斯坦的定律而遭廢棄。根據電子和原子核的習性，我們已經明瞭化學價標是怎樣一回事，化學上原子價理論因此獲得解釋和證明，但後者並沒有被棄置，牠大概一直要沿用下去的。確鑿的事實和描述這個事實的定律，牠們的基礎在科學的全程中是永恆的，面對新的發現牠需要改善和適應，但決不會被完全抹殺。

然而這祇是故事的一部分，科學進步的經驗是循環的，昨日還是一個研究的對象，今天已經視爲當然，並已用於進一步研究和發現的工具。有時用於擴展經驗的新儀器是一種自然現象，實驗者對牠並不大明瞭也不完全能加以控制，我們知到宇宙線本身是一個研究的對象，同時也是具有無比的力量的一種工具，用於試驗原始物質（指介子等質點——譯者）的性質及蛻變。

有時過去知識的表現，不在一種自然現象方面，而在一種發明，一種新的技術。在第二次世界大戰中

，有許多技術上的發展，增加許多儀器用於探討物質世界和生物世界，我們可以提到兩種。其一是雷達，牠是一種波長相當短的電磁波，在英倫之戰會有卓越的演出，後來牠又成為研究原子、分子，甚至於核子問題的有力的工具。原子堆的技術應用新近發現的原子核破裂程序，牠的受控制的輻射，告訴我們物質的性質，這些是以前無法接近的，由反應器製出的人工放射性物質，可以用來探查化學和生物的變化，特別在生物方面，放射性物質應用為探討工具，牠的重要性可以和顯微鏡相比。

簡單地說，根據新近發現自然現象而產生的技術，差不多已視為當然。在試驗者應用起來，好像已經成為他身體的一部分，情形有類於畫家所用的筆，或騎師所騎的馬。自然實驗者對他的設備並不能完全認為毫無疑問，例如機器會出毛病；有些發明，例如照相片，最初祇是實用的藝術，牠的原理並未充分明瞭。然而科學家的態度並不是對每一件事物懷疑，而去尋根究底，他所要做的是根據已經知道的事作進一步的研討。

這一切表現科學的累積性具有一種特殊的意義。我們要真正知道當代一項實驗的意義，就必須了解其中所包含的儀器及知識，因此祇憑普通的經驗無法接近科學發展的邊緣。科學的發現經常用對象、定律及概念說明，這些都是前人的科學。所以學生要費許多年的時間學習這一類事實及技術，纔能在科學工作上應用自如。

盧瑟福和他所做 α 粒子的實驗，是把研究對象轉變成一種儀器的典型的例證。許多天然放射性物質射

出的 α 粒子，是氦原子核，對於盧瑟福和一切其他做探討原子世界的人們，實在是有力的右臂。盧瑟福的初期工作大部分在於寫下放射系列奇異的自然史，這些系列的出發點是重元素鎢和釷的自然變化。一部分自然史是要發現各種放射物質的親屬關係，其中有些是其他物質崩解的產物，本身又經由蛻變而產生下一代產物。

這種自然史包含放射物質的化學鑑定，牠們崩解快速的測定，以及同一系列中少數產物所表現的不同方式的崩解。牠也包含三種不同的輻射，在一個系列中某一階段或另一階段中出現。要作這一項鑑定，必須知道釋出的粒子所具有的性質，而鑑定之所以可能，基於一項事實，即僅僅一個這樣的粒子也可以被檢查出來。

這些性質包括粒子的質量和電荷，牠們通常都是先研究牠們在大規模電場和磁場中的習性，並且應用牛頓的定律分析牠們的運動。這些方法可藉以測定這些質點放出時具有的能量和速度，牠們穿過物質時能量的損失，有時候可以更徹底地研究原子或核子崩解的產物。

從天然放射物質發出的 α 粒子是盧瑟福中年時期最有力的實驗工具；直到本世紀三十年代方纔有人工加速的粒子可資應用，而效率也較好。這些實驗告訴我們原子和原子核及物質的成分，牠們的主要特點有兩方面，其一是關於結構的，其二是關於規模的。

實驗的結構有三部分：其一是探子 (Probe)，作用在於使物質發生擾動，從正常狀態到激動狀態。這