



版權所有 不准翻印
中華民國七十四年五月再版
物理大辭典

主編：	段	木	干
編輯：	本	社	編委
出版者：	人文出版社有限公司		
社址：	台中市忠明路二十巷十一號		
電話：	二五一八八八八號		
郵撥：	〇〇二八〇〇〇一七號		
登記證字號：	局版台業字一三三二號		
發行人：	段		鏡
住址：	台中市忠明路二十巷十一號		
電話：	二五一八八八八號		
印刷廠：	三興彩色印刷廠		
地址：	台中市健行路八五六號		
電話：	三一八五六二號		

編輯大意

- 一、二十世紀物理學的驚人發展，已改變了全體人類的生活。因此，我們博採舉凡有關物理的一切名詞、概念和現象，言簡意賅的加以說明，彙成本辭典，提供給學術界和社會人士，作為參攷查閱之用。
- 二、全書共六千餘頁，約八百萬字，二十四開大本，精裝九冊。內容豐富，編校審慎，是我國目前唯一一部取材最龐大、收錄最完全的物理大辭典。
- 三、本辭典係依每一名詞起首文字之中文筆畫多少，定為先後順序，並採用科學方法編排，檢校查攷，極為便利。書前列有物理學概論，簡介物理學的發展小史及其主要內容，期使讀者能獲得基本而有系統的物理常識。書後列有附錄多種，諸如實驗法則與實驗方法、物理標準和物理常數、力和運動、熱學、聲學、光學、電磁學以及高能物理、量子物理、太空科學等等，重要資料，應有盡有。
- 四、本書名詞，採用民國六十年國立編譯館新編訂之物理學名詞為主。書後編有英文索引一冊，可以中英對照，互相查攷。
- 五、科學的專門名詞，日日見增，而一部精良的工具書，實可使學術研究工作，收到事半功倍之效。是以本辭典係應當前社會之需；惟因付梓匆促，誤漏在所難免，尚祈學者不吝教正。

編者

六十三年春

物 理 學 概 論

人類自有文化以來，對自然界的各種現象，就作或深或淺的探討，其目的均是企圖獲得有系統、有組織的知識。物理學之蔚為科學，亦復如此。

〔I〕物理學的發展

(一) 古典物理學 (*Classical physics*)

在十六、七世紀中，一般科學之發展都顯得緩慢和零亂，多數是些互不相關的發現與觀察事象的記錄，缺乏系統的整理和實驗的證實。直到十八世紀末期，由於實驗方法之引進，各種定律與原理先後建立，遂使物理學得有長足的進步；而逐漸具備嚴謹條理的規模。十九世紀，數學更成為研究物理學的重要工具，與理論密切結合，使實驗的精確程度大大提高。至是物理學已經發展成為內容充實、結構嚴謹的科學了。此一階段的物理學後來被稱為古典物理學，它有幾個分支，即力學 (*Mechanics*)、電磁學 (*Electromagnetism*)、聲學 (*Acoustics*)、光學 (*Optics*) 和熱學 (*Heat*)。

一、力學

在自然界現象中，物體的運動，大至天體之運行，小至吊燈之擺動，都是顯而易見的力之作用。因此對這門學問作有系統的研究，也開始得最早。經過伽立略 (*Galileo*)、刻卜勒 (*Kepler*) 和牛頓 (*Newton*) 等多人的努力，奠定了力學的基礎。自十九世紀數學成為研究力學的理想工具後，再加上拉格朗 (*Joseph Lagrange*) 和漢彌頓 (*William R. Hamilton*) 等人的貢獻，使力學逐漸發展成為相當完整的科學，蔚為古典物理學內重要的一支。

學習物理學首先都從力學入手，因為它所包含的材料，有很多和我們日常生活有密切的關係。

在運動學 (*Kinematics*) 內，先予以定義，繼之敘述空間、時間、速度和加速度等種種觀念。其中，時間和空間只是我們日常生活的直覺觀念，並未給予明確的定義。依牛頓的觀點，空間和時間是絕對的。他認為空間的存在是永恆的，與空間中是否有物質的存在，毫無關係；而時間也是一直向前流去，與物體的存在及物理現象之發生與否無關。從時間和空間的量度，討論到運動物體的速度、加速度以及因觀察者在不同的參考坐標系上所描述的物體運動，其速度或加速度的關係。

牛頓的運動定律是力學的主要部分，第一定律又稱慣性定律，凡物體均有慣性能保持靜止或在直線上繼續運動，除非受外力作用，不能改變其狀態。此定律原為伽立略所發現的慣性原理，根據此定律可以明瞭，凡是能夠改變物體運動狀態的作用即稱為力 (*force*)。第二定律又稱運動定律，乃物體之加速度與其所受之力成正比，而和物體的質量成反比。這是一條真正的物理定律，可作為實驗或觀測歸納出來的結果。由此定律可以量度物體的慣性質量。第三定律又稱反作用定律，即兩物體間有一作用力，必生一方向相反、大小相等之反作用力。此定律所說的作用力與反作用力是同時量度的，所以除非物體間的交互作用是以無限大的速度進行，否則這一定律只能算是一近似自然律。至今已曉得的速度都小於光速，故此定律只能適用於物體間的作用力為接觸力的情形。

從牛頓的運動定律，引入質量、力、動量、能量和位能等觀念，並敘述質點羣的運動，有系統地建立起動量和能量的守恆性。同時強調伽立略不變性 (*Galilean invariance*)，將其改述為——基本物理定律經伽立略變換後，其形式不變。

由質點羣的運動，討論到剛體的運動和角動量的關係，並引入慣性

矩的觀念。除了論及一般線型運動和轉動以外，在自然界中尚有一種非常重要的運動，即質點對某一平衡點作週期性的往復運動，此種運動稱為振盪（*oscillation*）。大部分的振盪都近似簡諧運動（*simple harmonic motion*）；簡諧運動可以說是最重要的一種振盪。

牛頓除了建立運動定律以外，更由於個人的領悟以及對刻卜勒三大定律的分析，創立重力場定律；從而印證刻卜勒三大定律所描述的行星軌道運動。（刻卜勒第一定律亦稱軌道定律，太陽系中各行星均以太陽為其一焦點而作橢圓軌道運動。第二定律亦稱面積定律，自太陽至行星的半徑向量，在相等的時間內，掃過相等的面積。第三定律是闡述各行星運動週期的平方，與其半長軸的立方成正比，此定律亦稱週期定律。）

二、電磁學

物理學之另一部門——電學（*Electricity*），肇始於紀元前600年的古希臘，最初是因發現摩擦過的琥珀吸引小而輕的物體。可是這種現象，與人類的感覺沒有太直接的關係，所以當時並不受人注意。自此延續了將近二千二百年之久，直到西元1600年，英人吉伯（*William Gilbert*）研究此現象，才知道許多物體都具有同樣的性質。後來又發現物體帶有正負兩種電荷的現象，於是創立了電液學說。其後，富蘭克林（*Benjamin Franklin*）更認為正負電荷的現象，是一種簡單電液盈虧的結果。

除了電學之外，還有一部門——磁學（*Magnetism*），係起始於古希臘人對鐵礦（ Fe_3O_4 ）吸引鐵屑之觀察。在十九世紀以前，尚不知電與磁有何種關聯，及至十九世紀初葉，厄司特（*Hans Christian Oersted*）發現電流帶有磁之現象，始知電與磁不是各自獨立的科學。法拉第（*Michael Faraday*）最先發現，電磁感應等之電磁現象，以及電磁感應之磁力線；前者對近代整個物質文明貢獻甚大，後者對物理學之理論觀念，具有極基本性的影響。

繼法拉第之後，馬克士威 (*James Clerk Maxwell*) 更從理論上對電磁現象予以整理，並以數學方式，得一包括全部電磁現象的電磁理論——著名的馬克士威電磁方程式。之後，又有荷蘭大物理學家羅倫茲 (*H. A. Lorentz*) 將馬克士威的成就加以擴充，建立了羅倫茲電動力學。同時，電磁輻射 (*electromagnetic radiation*) 的理論，也相繼建立。

在電磁學裏，首先引介電荷與電場的觀念及其性質。任何一種物質，不論是氣體、液體或固體，都潛在有電的本能。因為物質是由各種元素所構成，而元素分析到不能再分時就是原子；但是原子仍不能算是最小單位，因為原子是由兩種特性不同的微小粒子所組成的，這兩種微小粒子就是電荷。電荷有正負兩種，同類的互相排斥，異類的互相吸引，而在一隔離系統中的總電荷是永遠守恆的，這是電荷的守恆性。

電荷與電荷間的交互作用可以分成兩部分：一部分是說電荷各自建立了一個場——電場 (*electric field*) ；另一部分是說其中一電荷所建立的“場”，作用在另外的電荷上。在概念上，利用場的觀念，使我們避免直接談及超距作用，而把電荷間的作用力，視為電荷受其所在位置電場的影響。由“場”的性質可定義出電位 (*electric potential*)，利用電位的觀念可以簡化電場的計算。

在電學中，能量守恆性與力學同樣重要，將能量的觀念應用到電學問題裏，對電場能量的轉換可加以討論。而電極化的觀念卻是論及介電質內電場的表現所必須具備的。另外導體內的電流以及由電流所引起的磁場及其性質，是電學中的主要內容。

一般物質的磁性，依照普通的說法可劃分為抗磁物質、順磁物質和鐵磁物質三種，除此外有一些特殊的物質不能被包括在這三種磁性物質之內。由磁鐵所表現的性質建立磁場的概念，繼由磁場的性質定義一個向量位 (*vector potential*)，以研討電流線圈的磁場、磁偶極、磁

極矩及與其有關的能量。以類似古典力學的方法解釋物質的磁性效應，有時在概念上會發生不協調的現象，因而必須以近代物理中量子力學（*Quantum mechanics*）的方法才能充分解釋。嚴格地說，物質的磁性效應純粹是量子力學的現象。

從法拉第發現電磁感應現象後，使電場與磁場的觀念連接起來，而失去其原有的獨立性。綜合電場與磁場的性質以及其相互間的關係，再引進位移電流（*displacement current*）的觀念，就導出四個縱橫電磁學的馬克士威方程式（*Maxwell's equation*）。其他如電磁振盪、電磁波的表現和性質以及基本電路的成分和原理，亦是電磁學所研討的範圍。

三、聲學和光學

人類的感官對外界之接觸，除了物體的運動以外，對於聲和光亦有所感覺。因此聲學和光學也是成立相當早的科學。關於聲在空氣中的傳播，在牛頓時代就開始有理論，而光學的發展，更是多彩多姿。

古希臘哲人曾想像“光”為粒子所組成，後來由牛頓倡導此一學說。但是與牛頓同時代的虎克（*Robert Hooke*）卻提出光為波的不同說法，此說繼由惠更斯（*Christian Huygens*），加以發揚光大，並創立光之波動說。

因為在牛頓時代用光之質點說，很容易解釋光之直線傳播現象，故當時大多數人均贊成光之質點說。此種學說一直到十九世紀初，仍佔優勢。直到英人楊格（*Thomas Young*）及法人夫果涅爾（*Augustin Fresnel*）分別發表光之干涉現象後（此種現象是光之質點說所不能解釋的，但從波動的觀點，卻可以解釋），使光之波動說得到進一步的證實。後來馬克士威提出光之電磁波的理論，使光波的性質更為齊備。由此光學也就成為古典物理學的另一大支。

聲學所研究的是聲波及其性質。在未論及聲波前，必須先瞭解波動

以及與波動有關的重要概念。波有聲波、水波和繩波等之區別，“波動”是可變形介質的一部分受振動後引起其鄰近的介質依次作同樣週期性振動的現象。聲音是振源鼓動空氣而傳遞能量的波動現象，聲音現象的探討是波動原理的應用，所以波動方程式、波動函數及重疊原理是研究聲學不可缺少的工具。

聲波是縱波之一，通常是依靠空氣來傳播，但並非必須依靠空氣才能傳播，其他的氣體、液體和固體也能傳遞聲波。聲波的形狀，不是固定不變的，它常隨著振源介質以及接受者的運動狀況而變更。聲波的速度會隨著介質的種類、溫度和濕度的不同而改變。凡此種種都是聲學所討論的範圍。

“光”是原子或分子內的電子運動狀態改變時，所發出的電磁波。由於它是我們唯一能直接感受的電磁波，因此在物理學的發展史上獨立成為光學。目前已知它只不過是電磁波譜中的一極小部分。

研究光學時，首先是討論光的波動性及其反射、折射、干涉和繞射等性質；電磁波的傳播趨近於直線進行，對光而言，以日常生活的尺度去觀察是符合的。因此光在各均勻介質中為直線進行，其傳遞情形可用幾何作圖法來推定。

光的偏振，在光學裏也是非常重要的一部分。光之反射、干涉與繞射，對電磁場的方向是沒有多大關係的；但是若有一種晶體，其構造形狀只允許它所含的帶電質點在一個方向運動，則電磁場的方向就顯得很重要。如果對物質的結構瞭解很清楚，由作用的情形是可以知道光的偏振情況。反之，若是先瞭解光的偏振情形，由光與物質作用的反應，可以對物質的構造，得到一些知識。

四、熱學

“熱”的感覺，也是人類的重要感官之一。自然界中；“熱”的現象很早就為科學家們所注意。

在早期爲解釋“熱”的各種現象或效應，曾認爲物體中有熱質 (*caloric*) 或“熱”之一物，出入於其間。1798年冉福得 (*Count Rumford*) 提出熱質說是否真確之重要問題。他對大砲穿孔，曾作多次實驗；若使用的鑽較鈍，則鑽下的物質雖然較小，但卻會產生大量的熱，使適量的水沸騰。由此實驗，他得到一個結論，即所生之熱量，並不與鑽下的粉末量成正比，係與取得粉末所需之機械功成正比。次年德維 (*Humphery Davy*) 曾做相似而更顯著的實驗。他將溫度在冰點以下的兩冰塊互相摩擦，發現在真空中亦能使他們溶解，他解釋此種熱爲機械做功所產生的。自此以後，對於熱由機械功而產生，或由熱而發生機械功之觀念，漸爲世人所承認。更由於焦耳 (*James Prescote Joule*) 及其他學者所做之更精密的實驗，才確定了功量等於熱量，奠定了能量不減定律。另一方面，由克勞修士 (*Clausius*) 及克耳文 (*Kelvin*) 等學者之研究，建立了所謂熱力學第二定律，由是遂發展成爲熱力學 (*Thermodynamics*)。

十九世紀中後葉更有分子運動論之發展，雖然當時尚無原子、分子存在之直接實驗證明，但基於力學的觀念，可以解釋許多與熱有關的現象，當此種觀念被引入之後，就產生了統計力學 (*Statistical mechanics*)。

一般所謂熱學的範圍，不外乎一些溫度計以及熱的傳導等問題。熱力學所討論的，主要是以新的概念介紹溫度、熱能以及熱能與他種形式的能量之轉換情形。它的範圍非常廣泛，其所研究的對象稱爲熱力學體系 (*thermodynamical system*)。任何常觀物系都可以被視爲熱力學體系，而給予一種熱力學上的描述。用以描述熱力學體系的常觀物理量，叫做熱力學坐標 (*thermodynamical coordinates*)。熱力學有三個定律；第零定律：如果物系 *A* 和物系 *C* 處於熱平衡，而且物系 *B* 和物系 *C* 也處於熱平衡，則物系 *A* 和物系 *B* 也必處於熱平衡；第一定律

：若熱力學體系只經歷無限小之狀態改變，只吸收無限小量之熱 dQ ，且只作無限小量之功 dW ，則內能 U 改變亦是無限小，即 $dU = dQ - dW$ ；第二定律：任何循環的機器不可能連續將熱自一物體送至另一溫度更高的物體，而不產生其他效應。由這些定律可建立熱力參數之間的關係。

物質是由基本粒子所組成，因此在合理的理論基礎上，熱力學所討論的一些常觀性質，如壓力、體積、溫度等，以及描述物性的定律，可以從結構粒子的理論中找到依據；氣體的分子運動論和統計力學這兩種微觀描述法的基本理論，是從結構粒子的論點上，以研究常觀物系一些基本性質的方法。

運動論 (*Kinetic theory*) 不僅可以描述處於平衡狀態下的物系，也可以描述不平衡物系的現象。在討論一般氣體的性質時，是先把氣體視為近似的理想氣體，然後根據這種理想氣體的模型，從微觀的觀點來描述理想氣體的性質，而一般氣體的性質也可以從理想氣體的性質加以適當的修正後得到了解。由運動論推導出來的結論，與實驗的事實相當接近。但在氣體運動論裏，對粒子之間的作用力，給予一些很合乎事實的假定；而固體、液體分子間的作用力，比氣體的情況要複雜得多。因此若以運動論的方法去探討固體、液體微觀描述，其問題就不像在氣體運動論那麼簡單。對於不平衡的固體、液體的描述，不論在什麼情況下，只能用運動論去探討；但是對平衡的固體、液體以及任何熱力平衡的物系，就需要用一種比運動論更完美的微觀描述法，那就是統計力學。

在統計力學裏，無論粒子受何種力的變化，在同一時刻下，它具有一定的狀態。而當時間變化時，它的狀態或保留或變成另一狀態。假若粒子所受的力，可以用古典力學來描述，則由此發展的統計力學，就是古典統計力學。

(二) 近代物理學 (Modern physics)

十九世紀末葉，一般人以為有關物理方面的重大發現，均已完成。不料在 1895 年十二月二十八日，倫琴 (W.C. Röntgen) 提出 X 射線之發現後，使舊有的物理世界大為改觀。隨後又有貝克勒 (Antoine Henri Becquerel) 及居里夫婦 (P. Curie ; Madame Marie Curie) 相繼提出放射性的發現，另外湯木生 (J. J. Thomson) 提出電子的發現。自此以後，物理學遂又面目一新。近六十年中，許多新奇、重大的發現，陸續開拓了許多新的學識領域，如相對論、浦朗克 (Planck) 的量子論、固態物理及原子能、核能等。愛因斯坦 (Albert Einstein) 所倡導的相對論 (theory of relativity) 以及由海森堡 (Heisenberg)、薛丁格 (Schrödinger) 與狄悅克 (Dirac) 等人所發展成的量子力學，使物理學本身起了十分深遠的改革，它改變了研究者的觀點及處理問題的方法。同時由於各種測量儀器，如原子鐘等的發明，使研究者的自信與效率大為提高，尤其是在 1953 年電腦的發明，使工作者的效率提高至千萬倍，致使物理學探討的領域益見遼闊，所獲得之成果益見豐碩。所以今日就把十九世紀末葉以前的物理學劃為古典物理學，而將十九世紀末葉以後，最近七十年來的物理學劃為近代物理學。

近代物理學所論及的主要有量子物理、原子物理、固態物理、核子物理、粒子物理和正在發展中的電漿物理等。

在古典力學、特殊相對論及電磁學中所處理的都是一些常觀的問題。古典力學的定律，只能適用於速度較低的場合，而特殊相對論以及馬克士威的電磁學，都能正確地處理高速度的問題。

同時由一些實驗的結果發現牛頓的絕對時間和空間的觀念是有問題的；正確時空間的變換不是伽立略變換，而是羅倫茲變換 (Lorentz

transformation)。因此建立在伽立略變換上的牛頓力學並不是完全正確的。牛頓的運動定律是從觀察大物體的運動現象得到的，因此只有在質點的速度比光速小很多，並且質量很大時，才能適用。

由於實驗儀器的改進，使觀察與實驗的對象擴充到分子、原子，甚至原子核等的微觀結構。古典力學在這些部門的推論，已無法與實驗符合，因此量子論應運而生。

處理微小物體（如電子、原子等）的運動問題時，必須用量子力學；而用量子力學處理大物體的運動問題的結論與牛頓力學的推論是相同的。所以牛頓力學可以說是特殊相對論與量子力學的近似結論。

量子論的起源點，是來自黑體輻射（*black body radiation*）的問題，這可以說是統計力學與量子論連接之始。用量子力學來描述粒子所受的力，就是所謂的量子統計力學。在量子統計力學裏，其狀態（*state*）必須用到如波函數、量子數等參數來表示。而光電效應（*photoelectric effect*）與康卜頓效應（*Compton effect*）之產生更顯示出輻射的二象性（*duality*），而使量子力學向前邁進一步。

在原子物理方面，由原子的散射現象，才有湯木生和拉塞福（*Rutherford*）的原子模型。然而這兩種原子模型缺乏穩定性。波爾（*Niels Bohr*）基於量子假設，在黑體輻射與光電效應等問題的成功後，提出了一些假設和在這些假設下產生的波爾原子模型，結果解決了上述兩種原子模型穩定性的問題。雖然波爾的假設違背了古典的想法，可是它們不但解決了穩定性的問題，甚至對原子的光譜線有非常合乎實驗結果的計算，尤其是波爾的氫原子模型，在解釋氫原子光譜時，顯示非常成功。

關於原子結構問題的研究，也是促使量子論發展的一大動力。

核子物理所研究的乃是原子核的性質，以及有關其構造的模型與理論，和原子核反應等。我們知道原子由原子核和電子組成，原子的質量

幾乎全部集中於原子核的極小體積內。原子核內有質子和中子，質子的數目是為元素的原子序。一元素可能有很多種不同的原子核，即其原子序相同而中子數不相同，這些原子核稱為同位素。有關放射性和同位素的討論，也是屬於核子物理的範圍。

原子的分裂與撞擊是二十世紀中最顯赫、最燦爛的成就，其中當屬以人工方法撞擊穩定的原子核，而將它們改造成他種活潑的元素。原子核須用極大的能才能將它擊破，因此許多物理學家，致力於設法製造新儀器，使帶電粒子增加速度，用以撞擊原子核。

在粒子物理方面，有許多關於基本粒子 (*elementary particle*) 的問題到現在還沒有完全得到解決。因此，主要論及的是介紹基本粒子，注重其性質與分類，以及基本粒子之間的四種交互作用。粒子之間的重力作用實在太微弱了，而電磁交互作用在電磁學裏討論，但是對於微小距離而言，我們應該加入量子效應。強交互作用是核力的來源；而弱交互作用則表現於大多數衰變的過程中。高能物理就是從核力來源的探討中產生的。

人類在太空的研究，主要是集中在比較接近地球之太空，即磁力圈及行星際太空之研究。在早期，這些區域是被視為真空即毫無構造的空間，但是現在已經知道其中實在充滿了電漿 (*plasma*)。電漿可以說是物質的第四態，它是由電子、離子及中性的質點所組成的氣體。由這些質點所構成的氣體，已經從它們的最初狀態改變了許多。探查電漿複雜性質的學科，稱為電漿物理學。在所有的物理學各部門之中，與此種學科最有關係的是電學和磁學；它們均為支持近代科學結構上的鋼樑。

從電漿的研究瞭解，提供了熱核子反應之穩定，幫助我們解決太陽系之起源及其演進，乃至銀河系之構造。

〔II〕物理學與其他科學的關係

（一）物理學和自然科學

物理學是自然科學之一，它的地位處於一切自然科學的基礎；其他的自然科學有化學、生物學、天文學和地質學、語言學等等。

數學的本身只是一個邏輯的結構，與自然現象無關，但是很顯然的，數學與物理的關係非常密切，它包括在物理學的每一分支裏，然而對於許多現象如熱的傳播等的物理探討，則會帶給應用數學許多新的方法。幾何學內，特別是非歐幾里得幾何，與相對論有著不可分離的關連。

化學和物理學的關係最密切。在研究分子結構，不同物質的電與光的性質，以及分子之間的互相轉變時，我們必須用到物理學的定律。而在有機化學中，X射線的應用，是研究有機化合物原子和分子間分類及其空間安排有很大貢獻的工具，而X射線是靠物理方法產生的；所以說，今日的物理學已經變成化學的領導部分。

一般而言，物理學和化學的分界線是太廣濶了，而且有些地方是相混的，例如原子核的衰變與放射，本來是在物理學範圍之內的，但是現在很多人卻把研究放射性同位素的學問歸併在化學範圍之內，而稱之為核化學（*Nuclear chemistry*）。

生物學所研究的對象，是有生命的物體，以及其生命所表現的現象。生命的基礎是原生質，在原生質內，含有非常複雜的分子，對於這些分子的研究，需要依靠物理和化學。另外有許多的生命的現象，如血液的循環，骨骼的支架，神經纖維的傳遞刺激，都是物理現象，而受物理定律的支配。

天文學本來是研究天體的原子組成和活動狀態的科學，可是現在漸漸地研究到星球、星雲、甚至整個宇宙的結構和其形成的過程，這樣就

和物理學分不開了。

地質學是研究地球的外殼與地球內部各種物質的分佈和形成原因，以及各種地質現象的表現，還有描述地震的震波，山脈與斷層的形成等等，都要用到物理學中的原理和定律去解釋。

語言學是一種研究語言的科學，其所研究的母音發音是與物理學有關連的，例如口腔與喉嚨的共振及一些類似問題的研究，都可以明顯的表示語言學與物理學的關係。

（二）物理學與應用科學

物理學和應用科學有很密切的關連。大體上說，應用科學包括有工程科學、農業科學與醫藥科學。工程科學可以說是物理學中許多原理的擴大與運用。例如土木工程導源於物理學中的力學；電機工程發展自物理學中的電磁學；機械工程藉助於力學與熱學；化學工程離不開熱學和物性學；而二十世紀末新出現的核子工程更完全是核子物理學發展的結果。

至於農田灌溉、農業機械所應用的仍然是力學和熱學原理，甚至農業肥料如固定氮肥的人工製造等都不能不藉助於電磁學。

在醫藥方面，我們用X射線探索病情，用放射線治療癌病，用顯微鏡研究細菌，甚至新藥的合成與製造，幾乎樣樣都離不開物理學。

總之，有了充實豐富的知識乃能發明、改進所需求的物質。物理學提供理論、原理與實驗的結果，而應用科學則回報以新的技術、新的工具乃至新的問題。而這些新的技術、工具、問題又促進了物理學的發展，這樣相輔相成，於是造成驚人的成就。因此我們可以說，現代物理研究的重心，已趨於理論與技術的結合。

〔III〕物理觀念的演進

嚴格地說，物理科學的建立，應始於伽立略。正如伽立略開創了實驗物理學的新紀元一樣，“場”的概念是牛頓時代以來最重要的發現。由此概念肯定了描述物理現象的重點不在電荷、質點或質量，而在電荷間與質點之空間中的“場”。馬克士威就是第一位受惠於此概念的人。

相對論也是從“場”的問題產生的，舊有理論的不穩，使愛因斯坦與明可士基（*Minkowski*）重新給一切物理現象鑄造了一個新的舞臺——“時-空連續區”。

對“能”予以重新估價，並注意於大、小宇宙的深切體會，是近代物理的主要特徵之一。由相對論、量子論到光量子論以及波爾的原子模型理論及波動力學等都可說明此點。

科學不是玄想出來的體系，不是許多互不相關的事實之雜陳，也不是許多法則的彙集，而是人類自由發明與發表的意念，在客觀世界中的一種努力與創造。物理學的理論，是想在構成一幅“實在”的寫生畫的過程中，把“印象”與“世界”連繫起來，在物理學家心目中的“實在”並非一成不變的。

原始的物理觀念，是以經驗為基礎，以感覺、印象為前導的條件下，所創獲的個人心得。古典物理學的觀念，是在“有測定性的觀念”支配下，於歐幾里得空間，獲致實驗成果。近代物理學的觀念，則是以豐富的想像力，在非歐幾何空間，所創造的新觀念，但它在精神上，仍受制於“有測定性的觀念”之下，亦即承認“因果律”的權威。

總括之，物理觀念隨著時代而變革，而物理學就在物理觀念的變革中向前躍進。