

中國科學社主編
科學史料譯叢之三

愛因斯坦與相對論

任鴻雋譯著

科學技術出版社

52.35
516

中國科學社主編

科學史料譯叢之三

愛因斯坦與相對論

任鴻雋譯著

科學技術出版社

內 容 提 要

本書詳細介紹了愛因斯坦發明特殊相對論與普通相對論的經過，以及相對論的發明對宇宙自然現象的科學闡釋，奠定了新的基礎。本書包括愛因斯坦傳略，“宇宙與愛因斯坦”及愛因斯坦本人於1949年為“宇宙與愛因斯坦”一書所寫的序文，可供研究愛因斯坦及其學說的參考。

愛 因 斯 坦 與 相 對 論

譯 著 者 任 鴻 雋

*

科 學 技 術 出 版 社 出 版

(上海建國西路336弄1號)

上海市書刊出版業營業許可証出〇七九號

上海市印刷五廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書號：13119 68

開本 850×1168 1/32 • 印張 2 5/16 • 插頁 1 • 字數 53,000

一九五六年十二月第一版

一九五六年十二月第一次印刷 • 印數 1—8,000

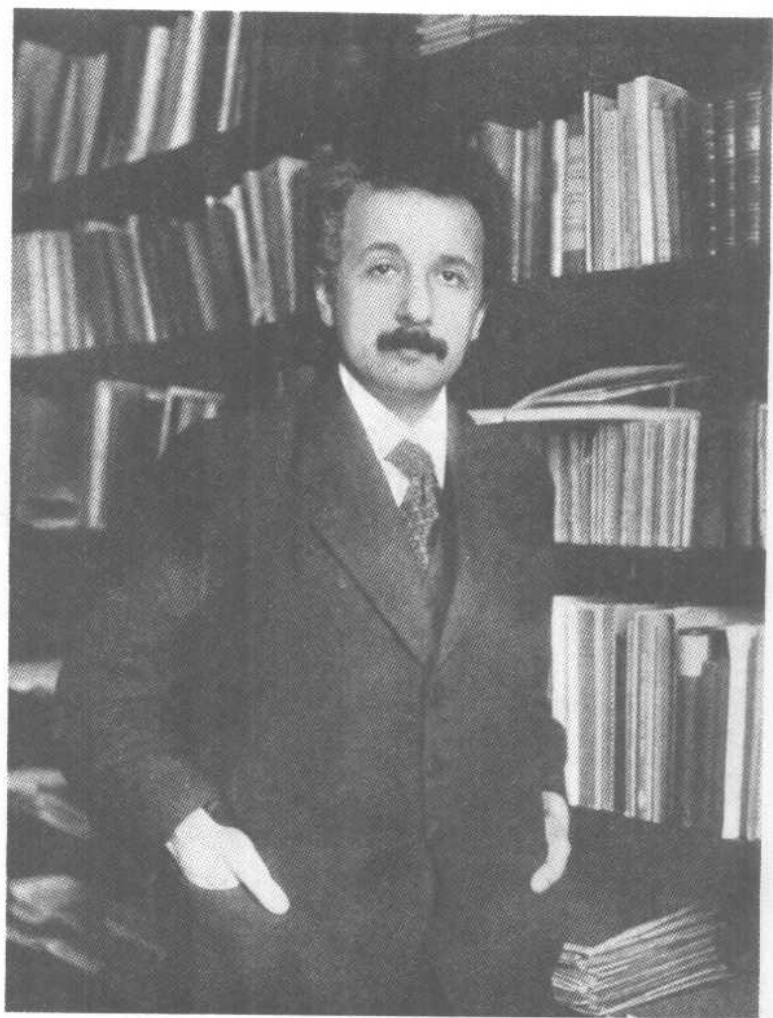
定價：(10) 四角四分

序

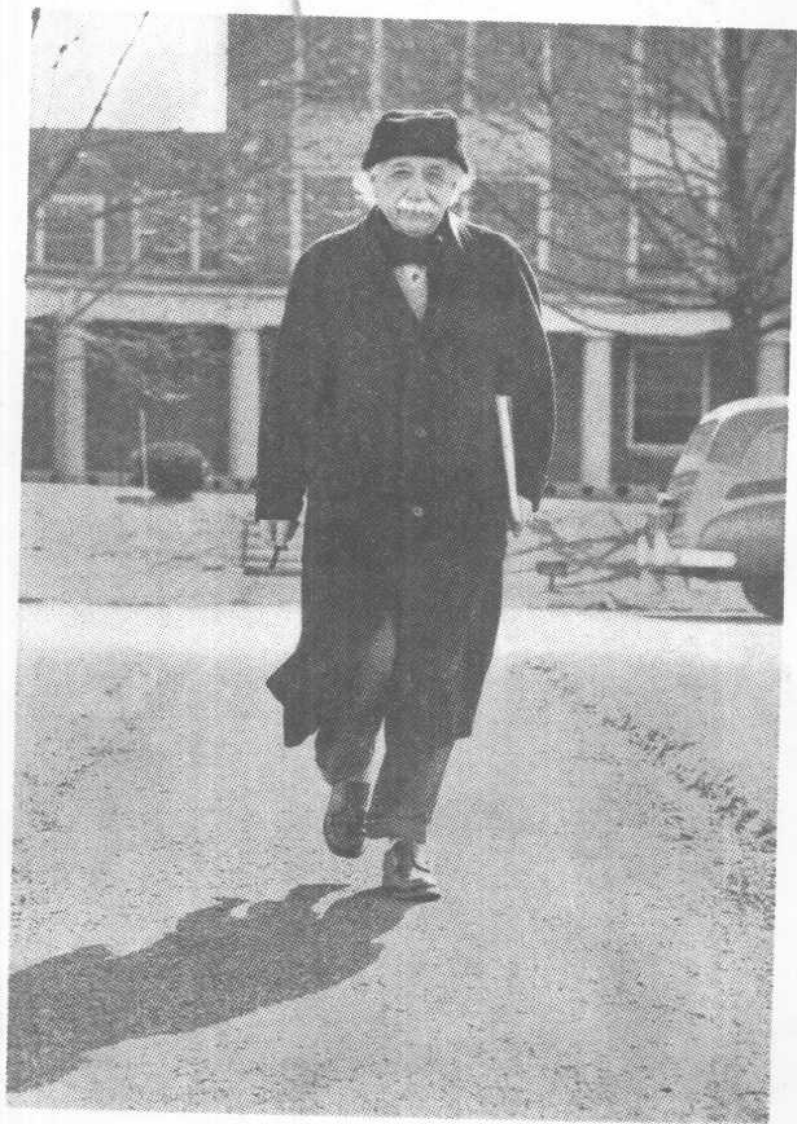
我于 1950 年翻譯了两篇物理学的通俗文章，一篇是巴納特著的“宇宙与爱因斯坦”，一篇是肯斐尔特著的“鐳发見后物理界的革命”，在中国科学圖書仪器公司用“大宇宙与小宇宙”的書名出版。这本书出版后，頗受到讀者的注意，尤其是介紹相对論的一篇，先后得到不少讀者的来信討論与相对論有关的諸問題。这个事实，一方面表示巴納特的原著对于相对論这个深奥的理論介紹得相当成功，一方面也表示我国学者对于現代学术思想的精擇翕受。这是可以庆幸的現象。

在最近半世紀內，世界学术突飞猛进的过程中，有两个最突出的部門，对于未来人类的生活將发生极大影响：一个是原子物理的研究，它將解放出在原子核中的巨大能量，为人类的和平生活服务；一个是相对論的原理，它將扩大人类的認識領域，对于自然現象的了解，达到更深更远的程度。而这两个部門又并非各不相干而是互相关联的。如光的量子論以及質与能联系的公式，在研究原子物理方面和相对論的发展方面具有同等的重要性。不用說，沒有 $E = mc^2$ 公式，原子能的利用几乎是不可想象的事。

可是在我国近年出版的書籍中，关于原子物理和核子研究方面虽相当的多，关于相对論的著作却是介紹得很少，这使我們感觉到巴納特的“宇宙与爱因斯坦”一書有再度印行的必要。又此書在 1950 年翻譯时，尚未見到爱因斯坦本人这一本書写的序文。这篇序文載在原書 1949 年袖珍版中，可見爱因斯坦对它的重視。現在并把它譯出附在篇末。



爱因斯坦壯年工作時小照



愛因斯坦七十五歲時小照

目 次

序	1
爱因斯坦傳略	1
宇宙与爱因斯坦	12
爱因斯坦为巴納特的著作所写的序文	69

爱因斯坦傳略

任 鴻 雋

爱因斯坦名阿尔培特^①，以1879年生于德国东部的烏尔姆^②城。他的父亲名赫尔滿^③，开了一个电化工厂。在爱因斯坦出世一年后他的父亲即迁到慕尼黑^④去开厂，所以他少年时期的教育是在慕尼黑的学校开始的。他在中学时，不喜欢各种强迫訓練及形式主义的功課，但当他讀到几何学时，立刻发生濃厚的兴趣，使他不能放下書本来。因为几何学中理論的明确，演証的有步驟以及图形与說理的清楚，使他感觉到在这个杂乱无章的世界中还有秩序井然的存在。又当他剛六岁的时候，即开始学习小提琴，对于教师所用的呆板方法深感不滿，后来用他自己所創的特殊方法去学习方觉滿意。因此他对于古典音乐有了深嗜篤好。到他十四岁时，已能登台伴奏。这样，算术物理和古典音乐就成了他平生的两个伴侣。

爱因斯坦在中学时，一般功課皆属平常，但算术的成績則远在全班同学之上。当他十五岁时，他的父亲因經營工厂失敗而迁到意大利去了，他也因为性情孤僻，不为学校中的师友所喜爱，于是也退学到瑞士的苏黎世^⑤去，进一个有名的高等工業学校^⑥，目的在專攻理論物理与算术，为將來担任学校教授作好准备。就在二十世紀开始的一年，爱因斯坦在这个学校畢業了，因为他非瑞士人，要找得一个教学的职位甚不容易，后来由一位同学把他介紹到

① Albert Einstien ② Ulm ③ Hermann ④ Munich

⑤ Zurich ⑥ The Swiss Federal Polytechnic School

伯爾尼^①的發明註冊局去做一個檢驗員。這個職位對於他很相宜，因為既使他有了充分的余暇，又使他接觸到很多發明家的新意思，給他一種思想上的刺激。就在這伯爾尼發明註冊局任職期間，(1905)愛因斯坦發表了他的特殊相對論。

特殊相對論的出發點，是要解決多年以來在物理學家心中的“以太”^②問題，也就是絕對空間的是否存在問題。這個問題是古典物理學遺留下來的。因此，我們有回溯一下相對論發明以前物理學情形的必要。

我們知道，牛頓力學是以物體在空間距離的改變來表示運動的。牛頓力學的基本觀念，又從伽利略^③的物體運動原則發展而來。伽利略把物體下落的運動，分析為兩種運動：

(一)慣性運動，即物體運動開始後其運動的速度與方向均保持不變；

(二)重力運動，即物體以一定的加速度從垂直方向下落的運動。

牛頓把這個形式推廣到天體中的複雜運動，成立了他的力學三定律和萬有引力說。力學三定律的第一定律說：

每一物體均繼續其靜止的狀況，或在一直線上繼續其等速運動，除非是受了外力的作用而改變其狀況。

第二定律說：運動的改變與外加的力成正比例，並且在加力的方向上發生。

第三定律說：每一作用都有一個相等的而在相反方向的反作用。

最後，他的萬有引力說：宇宙中每一質點皆吸引其他質點，引力的方向為連結此二質點間的直線，其大小與二個質量的相乘積成正比，與二質點間的距離的平方成反比。

牛頓的力學三定律和萬有引力說，在原理上是那樣的根本與

① Berne ② Ether ③ Galileo

重要，在应用上又是那么的广泛与成功，因此成了一切物理学、天文学、机械工程学的基础。十八世紀以后，机械哲学竟成了一切自然科学界的领导思想，凡是科学上所有的新发明、新现象，都要归总到机械学说来说明；凡是不能用机械原理说明的，都以为是对于物理性质不够了解。

但牛顿的力学定律有一点不够清楚，即说物体在沒有外力作用时，常在一直线上繼續其不变速度的运动。此处所谓“在一直线上”的意思是甚么？在平常生活中它的意思很明白。如一个枱球与球桌的边平行动着时，我們可以說它是在一直线上运动。但球桌是停在地球上的，地球則时时刻刻繞着极軸自轉并圍着太阳公轉。这样，在地球以外的人看来，这一个枱球运动的路徑却是非常繁複的。所以我們說这一个枱球在一直线上运动，是僅指对于在球房中人的位置而言。

因此，我們曉得牛顿力学原来含有一个相对原理。那就是說，力学原理在一个慣性系統中有效的，在另一个慣性系統中也是有效的；而且只要这个慣性系統对另一个慣性系統用均一速度运动时，我們用了伽理略变换式可以立刻得到另一个慣性系統中运动的形式。換一句話說，任何物体在一个慣性系統中的未来运动可从它对于这个系統的开始位置及运动速度来决定，不需要知道慣性系統本身的运动。这是牛顿力学成立的原理，它在有限範圍內运用起来是有效的。但在处理一切天体的现象时不免发生困难，因为实际上这种严格的慣性系統是沒有的。

牛顿力学一方面是非常的成功，一方面是作为最后慣性系統的不存在，使物理学家感觉到論理上的缺憾。同时，自从十八世紀以来，各門科学突飞猛进，特别是光学和电磁学的許多新发明，使物理学家感觉到这些光波和电磁波須有一个在空間傳播的媒介。于是創造了“以太”这个神秘的东西來說明光、热、电磁等现象。“以太”是瀰漫空間，无所不在的，而且地球在空中运行不曾把以太帶

着走，是從天空中星光的視差而證明了的。因此，我們如果能利用在“以太”海中的光波與地球運行的關係而察出“以太”的存在，那末，“以太”就可以代表空間的絕對性，而牛頓力學的最後癥結也就得到解決了。根據這個希望，迈克尔生^①-莫爾列^②在1887年施行了他們有名的光學實驗。實驗的結果却是一個完全的負。於是科學家又碰到了更大的難關，他或者要放棄“以太”這個神秘東西，不然就得承認地球是不動的。固然，自從哥白尼證明了太陽中心說以後，沒有人再懷疑地球是環繞太陽的行星，不過也有少數的物理學家，對於“以太”仍舊戀戀不捨。與愛因斯坦同時，後來成了納粹黨員，專門以攻擊愛因斯坦為事的德國物理學者菲列普·理納特，^③就是一個。

愛因斯坦看到以上種種困難，是因為假定“以太”的存在，然後研究光在“以太”中的運動的關係得來的。假如不問光在“以太”中運動的結果怎樣，而祇問光和運動作用的結果是怎樣，那末，牛頓力學的相對原則也就可用來解釋光的現象，而迈克尔生-莫爾列試驗的負結果乃當然的事了。這樣，解決了“以太”的問題，說明了不但“以太”這個假想的物質不存在，即絕對空間的觀念也是不必要的。從空間的相對性推闡到時間的相對，從空間時間的相對性就可得到運動的相對，從運動的相對又可知物質也是相對的。這一系列的推論，都是特殊相對論的結果。但它把物理學上這些基本觀念放在一個和古典物理學完全不同的基礎上，由此又得到一些異乎尋常的結論，如長度因運動而縮短，物質因運動而增加等等，使平常的人聽了不免要瞠目結舌，但它在敘述某些自然現象上，比古典物理學更要精確些。

在這個期間，愛因斯坦還有兩個重要的發明：一是質與能的聯系公式，即物質當吸收或放射動能而增加或減少質量時，其質與能的聯系常可用公式 $E = mc^2$ 來表示。這個公式在原子能發展的研

① Michelson ② Morley ③ Philipp Lenard

究上是如何重要，已經成了普通常識，此處不必再加說明。一是光的量子說。當二十世紀初年，光的性質還不十分明了，因此，光的現象也不能解釋清楚。例如光的由紅到紫，從波耳慈曼^①的統計律說來，它只是與絕對溫度成正比例，那就是說，它是和氣體分子運動的平均動能成正比例的。但從實驗的結果說，頻率高的紫光總要比頻率低的紅光放出得少些，無論溫度是如何增高。要解釋這個現象，蒲蘭克^②在1900年提出了量子的理論，說原子放出或吸收的能量不能為任何數值，它必定是一個常數的倍數。蒲蘭克這個量子說，只是拿來解釋熱或光的吸收或發射現象，愛因斯坦則把量子理論應用到光的一切性質，說光的本身就是由一定量的能量構成。他創立了“光子”^③的名詞。用了這個觀念，不但許多光的現象容易解釋，而且使光與原子構造發生密切關係，成了後來光電學的基础，而物理學上光和電磁學的根本觀念也非修改不可了。他在1922年獲得諾貝爾科學獎金就是這一個發明。

特殊相對論在物理學上沖破了近代科學思想的藩籬，是一個破天荒的大創造。它發表之後，物理學界不能不驚異愛因斯坦的發明天才。1909年蘇黎世大學請他去任額外物理學教授。1910年布拉格^④大學的理論物理學教授出缺，他又被推為候選人之一。布拉格大學是德國古老大學之一，在當時屬於奧地利行政系統。當時奧地利的教育部長藍姆巴^⑤曾問蒲蘭克對於愛因斯坦的意見，蒲蘭克回答說：“如果愛因斯坦的理論被證明是正確的——這個我想沒有問題——愛因斯坦將被認為二十世紀的哥白尼。”蒲蘭克是德國理論物理學的權威，他對愛因斯坦的稱譽，可見當時的科學界對於愛因斯坦是何等的重視了。

1912年愛因斯坦回到蘇黎世，即在他畢業的高等工業學校擔任教職。就在這時，他發展了特殊相對論使它包括萬有引力，成為普遍相對論。大概說來，普遍相對論是以加速運動來代替重力作

① Boltzmann ② Planck ③ Photon ④ Prague ⑤ Lampa

用，而加速運動又可解釋為四維空間的曲度。愛因斯坦說，在重力場中的空間的幾何性，不同於其他不在重力場中的空間的幾何性。換一句話說，即物質在空間可製造一種曲度，使在此空間的物質都依了此空間形式而運動。光也是物質的一種，故光在有大量物質的附近通過，可能發生屈折的現象。這個新理論推算的結果，經1919年日全食時所攝經過日球附近星光的照象而得到證明。這是愛因斯坦的完全勝利，從此沒有人再懷疑相對論的科學價值了。

愛因斯坦於1912年重到蘇黎世的時候，已經是世界仰望的大物理學家了。蘇黎世這樣一個小地方，當然不能長久留住他。1913年他被任為德皇威廉研究所^①的研究教授，同時並做了普魯士科學研究院^②院士。在當時這是一個德國學者所能得到的最高榮譽，但愛因斯坦並不因此改變他反對德國武力主義的主張。1914年第一次世界大戰開始時，德國的權威學者九十二人發表了一個聯合聲明，替德國的文化作辯護，愛因斯坦拒絕在這個聲明上簽名。在當時這也是一個震驚世界的事件。

在戰爭期間，儘管心理狀況的緊張，愛因斯坦仍不斷地發展他的普遍相對論，使它在邏輯上成為更完美，在數學上成為更精密的系統。例如在1912年，他根據自己重力的理論，但用了牛頓力學定律來計算光線經過日球附近的屈折率為0.87秒，但根據他的空間曲度新理論計算則為1.75秒，恰為前數的兩倍，是和實測相切合的。（實際觀測所得數值為1.64秒）。

普遍相對論拿空間的曲度來代替了重力作用，空間的曲度則是因物質的存在而發生，同時又作用於其他的物質。這個情形在電磁力場也一樣存在，因帶電的質點發生電磁力場，這個力場又作用於其他帶電質點。最後原子內核子與電子的關係也有同樣情

① Kaiser Wilhelm's Institute of Research

② Prussian Academy of Science

形。愛因斯坦因此想發見一個統一場論^①，它將是普遍相對論的擴大，使它包括一切電磁現象，並對於光的量子理論得一個更滿意的表示。這樣一個括羅宏富的企圖，如果可能的話，將不止於四維空間的曲度而更有其他特殊的因子加入考慮。這個艱鉅的工作，據云在愛因斯坦五十歲生日的一年（1929）已完成了一部分。但令當時人士失望的是：當他在普魯士科學院的會報上發表出來時，不過寥寥的幾頁，而且大部分是算術符號，不是平常人所能了解的。

愛因斯坦是德籍猶太人，他對於猶太人的到處受到迫害和他們的復國運動有深厚的同情。同時他也是熱烈的和平主義者，對於德國的武力主義從小即抱著深切的厭惡。因此，在第一次世界大戰結束後，他在柏林成為排斥猶太人和抱復仇主義者攻擊的目標。1922年，他為猶太人辦的耶路撒冷大學籌款到美國，受到盛大歡迎。同時也到過東方，在日本住了相當長的時間，在上海則匆匆一過而已。1931年，他以訪問教授的名義再到美國加州工科大学^②講學，並參加了大天文台的建設計劃，因為他確信戰後的美國是與世界和平有重大關係的。這些行動，為後來希特勒對他的壓迫伏下引綫，也使他最後移居到美國，在普林斯頓的高級學術研究所^③繼續他的研究工作成為可能。

愛因斯坦從1933年遷到美國普林斯頓居住，一直到1955年逝世為止，其間經過第二次世界大戰。他和這次大戰發生的重大關係，是因為他的一封信，促成了原子彈的出現。原來在原子結構的研究過程中，原子核內中子的存在，以及中子擊破原子核機遇的增進，鈾原子被高速質子的沖擊而分裂成為原子重約略相等的兩種不同元素，同時放出大量的能，等等事實，都已陸續發明，成為物

① Theory of unified field

② California Institute of Technology

③ Institute of Advanced Study at Princeton

理學界共有的知識了。現在只要使中子擊破鈾原子的作用成為鏈式，在瞬間進行，那末一個能量極鉅的爆炸武器即成為可能。這種武器若是落在納粹德國的手里，將成世界文化的大災難。因此，由歐洲逃難來美的兩個物理學家——匈牙利的里奧·史拉德和意大利的費米^①——去見愛因斯坦，要他把這個重要事件提出，請美國當局注意。愛因斯坦於是在1939年8月2日寫了一封信給美國的羅斯福總統，請他注意這件事，並組織研究原子能應用的機構。結果在1945年出現了人類歷史上第一顆原子彈在日本廣島爆炸的事實。

原子能在破滅武器上的應用，將為人類帶來無窮無比的災難和恐懼，愛因斯坦和許多權威物理學家深深感到他們對於世界和平及人類前途責任的重大。他曾不憚煩勞地發表公開言論，呼籲各大國犧牲一部分主權，成立世界政府來管理原子武器，使它不能成為人類的威脅。他說，“一切共同管理，必須先有國際協定來執行視察和監督的任務。這種協定又須先有彼此間極高度的信任。假如有了這種信任，戰爭危險即可消滅，不管有原子彈或無原子彈。”不用說，他的這個希望，到現在為止還是未能實現的空想，而他也終於賣志以歿了。

愛因斯坦死後，世界各國的言論界、學術界、同聲一致地寫文章悼念這個不世出的哲人。最近看見美國物理學會^②出版的“現代物理學評論”季刊1956年1月号登載奧勃海麥^③的一篇短文，對於愛因斯坦的生平學術貢獻有清楚確切的評價。現在我把它譯出附載於後，以作本文的補充。奧勃海麥是美國理論物理學的權威，曾負責監造第一顆原子彈，對於愛因斯坦學術思想的了解，在

① Leo Szilard 及 Enrico Fermi 兩人皆是哥倫比亞大學的物理學教授

② American Physical Society

③ J. Robert Oppenheimer: “Einstein”, *Review of Modern Physics*, Vol 28 № 1 January, 1956

同时的物理学家中是无出其右的。以下是奥勃海麦的话：

1955年4月阿尔培特·爱因斯坦的逝世，物理学家失去了他们最大的同行伙伴。在本世纪最初二十年的黄金时代中，物理学史是与爱因斯坦的发明史分不开的。

爱因斯坦开始工作的遺產，是十九世紀的統計力学和电磁理論的发展。在他成熟工作的第一年，他的关于布朗运动^①的論文，扩大了并明确了統計理論，并导致到变动現象的洞察，在对于量子論的貢獻上有极大关系。他的第二篇論文，把光的量子假說十分近似地做成了定律，使我們对于原子範圍内物質进程的了解，有了不可返回的改变。第三篇論文就是他的特殊相对論。在这篇論文里虽然也包含了許多洛倫慈^②和班嘉理^③等同时独立发表的結果，但只有爱因斯坦看到在原則上光的有限速度在决定我們觀察的性質、同时的定义、和空間時間的間隔上所任的职务；从这些又引到更深的邏輯上不可避免的現象，后来靠了实验才成立的：即运动着的鐘表要走得慢些。

在此后的十年内，爱因斯坦总是抓着慣性、物質、加速度、重力等問題，从不放手。第一，他发見了物質与能量是同一的东西；这个发見，在二十五年后才被詳細証明，并且替在第二次大战中及以后的人类历史的决定性发展打下基础。他开始了解慣性与重力場中的物質恰恰相等的意义，从这里他看出重力的几何学理論基础。他留意保有邏輯上必要的物理算式的一般共变性，直到这些努力归宿到普遍相对論及力場方程式的发明。他差不多同时指出了在目下观察技术可能的情形下的三种实验，来比較他的理論包含的希奇結論。在此后四十年中，这些是重要的，唯一的实验与普遍相对論的关系，只除了一个例外。这个例外在宇宙学範圍内，在这里，爱因斯坦自己是第一个看出了普遍相对論开出了完全新的路

① Browning movement ② Lorentz ③ Poincaré

徑。普遍相對論比其他物理學上的大進展不同，它完全是一個人的工作。沒有他，也許會隱藏在很長的時間中不能發見。

在這個時期內愛因斯坦一直和快速進展的原子現象的量子理論保持着親密關係。他回覆到應用統計的論點和變動現象的邏輯意義來發見光綫的發射與吸收的定律，並成立了布羅格里^①的波動與羅斯^②敘述光量子的統計律的關係。這個時期，隨了1925年量子力學的發見，特別是波耳^③逐漸把它形成了一定形式，愛因斯坦的任務也改變了。他感覺到他自己從頭就是被新力學的統計的與因果的性質所激動和不滿意的一人，而這個力學的發見他是有絕大貢獻的。

在長時期的尖銳的討論和分析中，特別是和埃令費斯特^④和波耳的討論，他不只一次表示這個新力學雖然有很多地方和實驗結果符合，仍包含着邏輯上的錯誤和不一致。但在分析之後，許多例子都表現它和量子理論的協調與一致；他終於接受了它，不過常常保留他的不變信心，說這個不能成為原子世界的最終形容，而最後的敘述必須要把因果的和統計的項目除去。

這樣，在他的一生最後十年中，他沒有完全分預他的多數同行的信念和興趣。相反地，用了他的與日俱增的單獨思想，專心壹意去發見于他是物質原子性的基本的并且是滿意的敘述。這就是統一力場的課題。此外他打算把沒有物質的普遍相對論力場的算式普遍化，使它也能够敘述電磁現象。他想要找出一些算式，它的解決要合于物質與電荷的區域性集合，而其性行又同于量子論所正確敘明的原子世界。他努力工作一直到死時為止。這個課題沒有引起許多物理學家的希望與活潑的興趣；但他對於他們工作的知識與他的判斷，始終是堅定與明敏的。他從來不曾為因果的從新解釋原子物理的任何建議所欺騙。

倘若天氣够好，他常從工作地點走回家。不久以前有一天他

① Broglie ② Rose ③ Bohr ④ Ehrenfest