理論物理國際會議

討論元粒和原子核問題紀要

貝林芳忒著

謝庚譯

理論物理國際會議於今年四月二十四日至二十九日在巴黎的亨利·彭卡賽 (Henri Poincaré) 研究所舉行。這次會議係由法國國立科學研究中心主持，討論元粒理論各方面問題。參加者及到會者之中，有阿希金 (Ashkin)、奧瑞 (Auger)、包埃 (Bauer)、貝林芳忒 (Belinfante)、巴勃 (Bhabha)、卡末利尼 (Camerini)、卡西米 (Casimi)、德波耳 (De Boer)、德布勞利 (De Broglie)、但斯帕涅 (D'Espagnat)、兌杜施 (Destouches)、狄拉克 (Dirac)、費歐曼 (Feynman)、費爾茨 (Fierz)、格勞貝爾 (Glauber)、哈爾班 (Halban)、哈特勒 (Heitler)、黃長風、依斯克勞特 (Iskraut)、亞諾賽 (Janossy)、卡倫 (Kallen)、凱末爾 (Kemmer)、克蘭英 (Klein)、可富兒·韓生 (Kofoed Hansen)、來潑冷斯·林給 (Leprince Ringuet)、摩勒 (Møller)、包里 (Pauli)、派爾斯 (Peierls)、潑魯加 (Proca)、羅森費德 (Rosenfeld)、塞爾丕 (Serpe)、瓦來丁 (Valatine)、華汰新 (Wataghin)、和吳梭生 (Wouthuysen) 等。

在討論的最重要題目中，我們在這裏只能談到一部份。

羅森費德報告電荷與電流密度可測性的限度。如用重元粒作測驗物，電子的電荷分佈可以在比康普登波長 (Compton Wavelength) 還小的區域內來量。

狄拉克報告一種描述元粒間內部作用的新方法。給‘態’(states)在時空中用參數表示的超曲面上下個定義；如果在已知參數值 u_1, u_2, u_3 的各種不同超曲面(具有不同的廣義時間 τ)上，場變數相同，那末 ψ 是認為不變的。有一個雪洛汀格 (Schrödinger) 方程式決定 $\frac{\partial \psi}{\partial \tau}$ ；同樣如果把參數表示方法改變了，或者在量子電動力學中，把矢勢 (vector potential) 的縱部尺度 (gauge of the longitudinal part) 改變了，也有相似的方程式，表示 ψ 的變化。並且把用場變數的時間微分所表示的場變數的正則共軛數的式子，都看作輔助條件或雪洛汀格方

程式，而不作為量子數 (q-Number) 的關係式。在這種情形下，古典量子電動力學無須用費米 (Fermi) 方法便可量子化，同時勞倫滋 (Lorentz) 條件也無庸加上。這樣得出許多雪洛汀格方程式來，但用下列的幾個步驟，最後可以簡化成爲一個方程式：先令電荷密度和 τ 無關，因之確定了如何選用參數；然後把電荷密度當作一個新變數 θ 的正則共軛數，並用 $\frac{d\theta}{d\tau}$ 表示標勢 (scalar potential)，因而避掉說明標勢的正則共軛數爲零的那個輔助條件；最後令 θ 爲時間變數 τ 。由此結果，超曲面 ($\tau = \text{常數}$) 的選擇便和縱部矢勢的尺度連繫起來，尺度的改變，必定連帶着超曲面的改變。

包里報告把質量和電荷的再次正則化 (renormalization) 方法應用到介子學說上的困難。他也討論到規則化 (regularization) 的方法，使無意義 (發散) 的積分去掉。我們寧願採用 ‘D 函數’ 來表示有限 (大) 質量的真實元粒間的作用，而不願像今日爲了避免歧疑的緣故，把它們的質量，當作無限大。但這個理論仍不能令人滿意，因爲用它，還是不能避免電荷的再次正則化。

卡倫證明利用海森堡 (Heisenberg) 的表示方法和利用元粒間互相作用的表示方法，一樣的可以得到新近的理论結果。

哈特勒討論古普汰 (Gupta) 和勃勞勒 (Bleuler) 所創的理論，那便是避免量子電動力學中許溫格 (Schwinger) 所下 ‘光子真空’ 定義的矛盾。用一種不定的尺度 (indefinite metric) 來計算矩陣 (matrix) 的元素，可能使標勢所描叙的 ‘標’ 光子，其產生的和消滅的換算子，互相交換。如此一來，許溫格的協變 (covariant) 的光子真空定義得到了意義。它和勞倫滋的條件是相符的，只要把勞倫滋條件的嚴格性放鬆些，僅考慮消滅光子的換算子就是了。一般希望這個稍欠嚴格的勞倫滋條件是能够應用的。

貝林芳忒着重說明 ‘光子真空’ 的不協變定義

的缺點；這定義只聲明橫光子(transverse photons)的不見。這個不協變定義和協變定義之間所謂‘相當’(equivalence)的許多證明，恐怕是錯誤的。應用梅澤(Umezawa)和河部(Kawabe)關於未來學說中發散積分的協變切斷(covariant cut-off)的猜想，證明了一個電子沒有自由光子的不協變定義是會導致電子自有能量的不協變的結果。這問題也討論到是否有一種實驗的方法可檢查出電子的特性上不協變各點的很小效應。最好的方法是對黎德堡(Rydberg)常數的理論公式作精確的核對。(註：此後比琪(Birge)已證明了這種不協變項目對黎德堡常數的效應並不存在。這便證明了必須建立一個光子真空的新協變定義，以符合量子電動力學。)

費歐曼討論在電動力學中‘場’的觀點和‘遠效’觀點的兩元性。對一羣電子在沒有自由光子存在的外場中衝突前後的情形，可從S-矩陣導出一種‘積變分微分方程式’(integrovational differential equation)來描述。在該方程式中有一個D函數出現。若把這個D函數放寬些，免去無限值，能得到一個計算的方法，但也引不出一個合理的學說來。

羅森費德報告核子和核子間的互相作用，特別是關於勃拉特(Blatt)和傑克遜(Jackson)在低能量下散射截面的討論，以及關於分別尋求參態之有效勢能和單態之有效勢能的作用力程和深度的可能性。兩種作用力程可以使之相等而且在能量低的區域內，可以選一種勢能使其在大r值時有夠長尾形，來避免原子核作用力對電荷的倚賴性。爲了這個目的一種指數曲線勢阱和湯川勢能一樣有效，同時勢能的作用力程和現在的 π 介子的質量非常適合，但是方形勢阱或高斯勢能便無法達到這個目的。用合適的具尾形的勢能，張量力對低能量散射的效應，可視為甚小。

目前在散射中角分佈方面的數值決不能單用準標量(pseudo-scalar)的介子場來解釋。至於其餘，當一介子場與核子的各種不同的耦合配到一起時，有些互乘項，使相對論的效應，應該特別強烈。包里說明除了張量力之外，‘自旋軌道’的耦合，也必須計算在內。

摩勒報告今日對 π 介子和 μ 介子性質的一般觀念。他提到一些實驗上的證據，證明中性 π 介子的存在，但很快蛻變成一對 γ 量子。

阿希金發表美國貝克萊(Berkeley)地方在這方面工作的新結果。 γ 射線符合的角分佈現象，在理論上可用一種假設來解釋：即 γ 射線是在中性 π

介子的靜止系統中作球形對稱式的放射。中性 π 介子的質量僅略小於帶電 π 介子的質量。從下列二種能量相當的 γ 射線譜的總強度的測量中，我們可以得到一些關於中性 π 介子的原子核耦合常數的知識；這二種能量便是(a) π 介子靜止能量的一半，(b) π 介子的全部靜止能量。

巴勃設法在氦二核問題中避免 $1/r^3$ 項的困難，他從新型介子學說中，推論出一種指數式勢能來代替湯川勢能去解釋質子和中子間的作用。他強調這派學說配斯(Pais)和烏倫貝克(Uhlenbeck)都未曾討論過。費歐曼指出巴勃的學說會引起矛盾的，如果我們不討論和核子間作用有關的虛介子場，而討論到實在介子的放射。卡西米說原子核與一個電子的磁偶矩和磁偶矩(magnetic dipole-dipole)間的作用中， $1/r^3$ 項的困難，並不嚴重，因為r值，在此處無論如何是夠大的。難道在氦二核問題中，同樣的理由便不可能嗎？

哈特勒討論高能量核子橫過原子核時產生多數介子的簡單理論。宇宙線元始核子的能量譜爲已知，今假定每次與在原子核內束縛着的一個核子衝擊時，只產生一個介子，其能量相等於元始核子能量的某一分數，直到核子的能量大於某一一定的臨界值。大約相等的能量被原子核中受衝擊的核子所吸收。如果此受擊吸收的能量比臨界能量來得高，被衝擊的核子也能够開始產生介子。

每個元始核子橫過上述型的原子核，大約二個之後，它的運動緩慢至臨界能量之下。表示能量損失的截面，於是減小，但由於平常的散射作用，在更低的能量下，會再增加起來。

應用統計學，可計算出一個元始核子在一個原子核中產生一個到三十個介子的或然率。此結果與在照相膠片上數出星花(stars)中所包含的介子數目的實驗結果，甚爲符合。

但斯帕涅討論介子產生的理論並和連續X射線的理論作比較。他聲述如果一定分數的能量在重心系統下，消耗到介子生產上去，這個分數在實驗室的系統中便不復爲常數。

× × × ×

最後兩天的會議是報告宇宙線實驗和微中子問題。

這次會議從在巴黎聯合國文教組織辦事處中舉行的歡迎會而開始，結束於盟誼會(Cercle Interallie)的午餐上，當時羅森費德代表外國來賓，對法國主人，尤其是潑魯加，圓滿地安排會議，表示衷心感謝之意。(譯自Science, 1950年6月號)