

# 基輔高能物理會議的概況

周 光 召

第九屆國際高能物理會議於今年7月15日到25日在蘇聯烏克蘭的首都基輔舉行。根據國際純粹與應用物理協會(IUPAP)的協議,從1958年開始,國際高能物理會議將輪流在蘇聯、西歐原子核研究中心和美國召開。參加本年度高能物理會議的有社會主義陣營各國約150名代表和資本主義陣營各國約150名代表。我們派遣了王淦昌、彭桓武、張文裕、朱洪元等15名代表參加了這次會議。

這次高能物理會議(以後簡稱基輔會議)分十個組進行工作,每小組都有兩個到三個報告人,他們分別整理高能物理實驗和理論在最近一年來的成就,向大會提出報告,然後進行討論。蘇聯同志在 $\pi$ 介子低能和高能的實驗方面,在核子相互作用、色散關係理論和新的理論見解方面,在弱作用和超高能理論方面都作了重要和精彩的報告,他們十分活躍而熱烈地參加了幾乎是每一個問題的討論和爭辯。

蘇聯的維克斯勒院士在會上報告了聯合原子核研究所9 БэВ核子核子彈性散射在小角度處有很大截面的重要結果,並分析了9 БэВ核子核子碰撞中多重產生粒子的角分布,指出新的實驗結果和彈性散射的黑體模型及多重產生的統計理論不合。這就打破了過去在高能物理中占統治地位的舊的統計模型的觀念,為研究高能粒子相互作用的機構开辟了新的方向。

蘇聯的蘭道院士在會上強調了費曼圖形對於建立新的基本粒子理論的重要性。他認為費曼圖形將作為一個形式保留下來,而量子力學中的哈密頓方程及拉氏函數等在新理論中將不復存在。會議圍繞蘭道院士的工作展開了熱烈的爭辯。由於新理論目前還不成熟,還未得出具體的結果,經過爭辯也不能得出一致的看法。大家都認為這是一個有興趣的新的嘗試。

我國科學家王淦昌報告了蘇聯、中國、波蘭、德國和越南的同志合作,用氣泡室在聯合原子核研究所10 БэВ同步穩相加速器的 $\pi$ 介子流上得到的一張極有趣的照片。根據對這張照片徑迹的仔細測量和分析,指出有可能存在一個至今尚未發現的新粒子—— $\Lambda$ 粒子。這個 $\Lambda$ 粒子將是一個波色子,具有奇異數2,它衰變為 $\kappa$ 介子和 $\pi$ 介子。這個粒子的存在將破除一些基本粒子分類中舊有的見解,因而是十分重要的。由於只找到一張這樣的照片,目前還不能作最後的肯定,它還可能是一種新的 $\kappa$ 介子產生方式的極為偶然的巧合。這個工作在會議上引起了極大的興趣,許多國家的科學家都表示要回去立即開展 $\Lambda$ 粒子的尋找工作。

我們年輕科學工作者丁大釗同志代表聯合原子核研究所一個工作組在會上作了關於 $\pi$ 介子和核子碰撞時產生奇異粒子的報告,也引起了大家的注意。

在會議上引起大家重視的還有美國科學家在6 БэВ同步穩相加速器上得到的有關 $\Xi^0$ 超子和反 $\Lambda$ 超子的照片,從這些照片中可以肯定 $\Xi^0$ 超子是存在的。在色散關係理論方面,山南非聯邦的曼杰斯塔姆提出的雙重色散關係理論也受到了很大的重視。雙重色散關係目前在應用上獲得了一些結果,主要是討論了核子核子低能散射及 $\pi$ - $\pi$ 相互作用中的共振態問題。 $\pi$ - $\pi$ 相互作用問題是解決 $\pi$ 介子物理的一個關鍵性問題。從雙重色散關係理論和S矩陣么正性條件出發,可以確定 $\pi$ - $\pi$ 散射在同位旋 $I=1$ 的P態上可能有共振態。這個共振態的存在有助於了解核子電磁結構中矢量磁形式因子較大的事實。雙重色散關係理論是目前場論中值得注意的一個新方向,但它還沒有得到可靠的證明。從微擾論出發,可以看到,如果沒有反常分支點,

則双重色散关系对第四級微扰項是正确的。

上面是这次大会討論的一些中心問題，下面就每一报告簡略地介紹一下高能物理一年来其它方面的成就。

在 $\pi$ 介子物理方面，主要是确定了 $\pi$ 介子和核子的作用中第二个共振峯和第三个共振峯的存在。对第二个共振态的性质作了分析，它的同位旋为 $1/2$ ，自旋为 $3/2$ ，但宇称尚未最后肯定，很可能是 $D_{3/2}$ ，但目前实验也还不能排斥是 $P_{3/2}$ 的可能。

在联合原子核研究所的实验表明， $\rho$ 介子并不存在，且在 $\pi$ 介子相互作用中同位旋守恒的法則基本上是正确的。

从 $\pi$ 产生 $\pi$ 的实验观察到总截面随能量（由250—450MeV）增长极快，显示 $\pi$ - $\pi$ 相互作用有可能起很大影响。

从低能和中能（到300MeV）的核子核子弹性散射的分析中表明，边缘碰撞的概念对高角动量的相角移是适合的，由此可以决定 $\pi$ 和核子的耦合常数。由核子核子散射决定的 $\pi$ 介子和核子作用的耦合常数同直接由 $\pi$ -核子散射以及光生 $\pi$ 介子的实验所决定的耦合常数符合。目前认为这个耦合常数的值 $f^2 = 0.0815 \pm 0.0035$ 。

从色散关系以及完全测量的分析指出，核子間位并除中心力、交換力、张量力、自旋軌道耦合( $\mathbf{L} \cdot (\boldsymbol{\sigma}_1 + \boldsymbol{\sigma}_2)V_4(r)$ )以外，还要有第五項 $\mathbf{L} \cdot \boldsymbol{\sigma}_1 \mathbf{L} \cdot \boldsymbol{\sigma}_2 V_5(r)$ 。由于以前核力工作者沒有考虑全这五項，因此理論結果都只和一部分实验符合。

在核子电磁结构的实验方面最近一年沒有很大的进展，进一步的实验只是較准确地验证了以前的結果。

核子结构理論在以下三方面作了一些工作。首先是考虑了电子与核子散射中交換两个光子所引起的对确定核子电磁结构形式因子的修正，結果表明修正很小。另外考虑了极化現象对确定形式因子的帮助。第二方面是有关用色散关系来解释形式因子的問題。这方面工作由于加入 $\pi$ - $\pi$ 相互作用而有一定进展，目前只要适当选择 $\pi$ - $\pi$ 作用常数，大体上可以解释核子电磁结构的矢量形式因子。最后一方面工作是布洛欣采夫通訊院士领导的半唯象模型理論。如果把核子看成由中心壳部分和介子云两部分組成，利用静止核子模型計算介子云的电荷电流分布，并适当考虑中心壳的电荷电流分布，能够得到和实验符合的結果。

在会议上提出了許多种可能的实验来确定电动力学規律在短距离下的正确性。通过大角度产生电子对的实验确定电动力学規律在相当小的距离( $>0.33 \times 10^{-13}$ 厘米)下仍然是正确的。

在奇异粒子的相互作用方面，目前已有了較多的低能 $\kappa$ 介子和核子散射和反应的实验数据，在会议上报告了这些实验的有效方程分析和色散关系分析。利用現有实验还不能最后肯定 $\kappa$ 介子的相对宇称，也不能肯定 $\kappa$ 介子和超子作用的耦合常数。从交換散射的实验中确定， $\kappa^0$ 和 $\bar{\kappa}^0$ 的质量較 $\kappa^\pm$ 約大4MeV，这和 $\pi$ 介子的情况正好相反，因而是很有趣的。

現有的 $\kappa$ 介子对核子和氦核的反应实验表明，在 $\kappa$ 介子参加的强作用中宇称是守恒的，但 $\pi$ 介子作用的“全面对称”理論則与实验不符。

色散关系理論的研究是朝两个方向进行的：(1)从場論的普遍原則出发，加以严格証明，这个証明首先是波格留波夫院士給出的，目前能严格証明的过程并不很多，大部分的証明都总结在一条基本定理之中；(2)利用微扰論展开在每一級微扰級数中証明。从微扰論中得到的經驗表明，色散关系成立与否只与中間态的质量有关，当中間态质量与始末态粒子质量之間滿足一定的不等式关系时，則出現反常分支点。此时即使是微扰論的最低几項也可能不滿足色散关系。

在会议中強調了S矩陣么正性的重要。有一种企图要把双重色散关系加上S矩陣么正性

來代替基本粒子的動力學方程，這時場論方程成為非線性的。解非線性方程是個非常複雜的問題，看來只能依靠快速電子計算機的幫助才能判斷這個方向是否成功。

有一種意見認為“鬼態”是場論本身所固有的，它說明場論內在的矛盾。另一種意見則認為在量子電動力學這種局限場中，原則上並不存在“鬼態”，它的出現是由近似方法不好引起的。如果格林函數的解析性質是正確的，“鬼態”可以利用譜表示理論加以消除。在對李模型的研究中，也指出一種可能性，即“鬼態”雖是李模型本身固有的，但也可以通過改變拉氏函數去消除它。當然在改變拉氏函數時不應當改變所有的觀察量。

在新理論見解方面，除了已經提到的蘭道院士的工作以外，海森堡就統一場論作了報告。他的統一場論在去年的高能物理會議上受到了很多批評，今年的結果比去年有些進展，已經沒有人從根本上反對這一理論，都認為值得進一步探索。其它方面還有人從對稱性質出發，研究了基本場的數目，非局限場理論以及弱作用的來源等問題。總起來講，大家都認為今年沒有很重要的新見解。

在弱作用方面，已經肯定時間反演守恆的準確度不小於6—8%。V-A 普適理論在同 $\mu$ 衰變和 $\beta$ 衰變實驗的比較中仍有2%左右的出入。從 $\beta$ 衰變實驗中也還不能肯定弱作用V電流是否守恆，即 $\beta$ 磁矩項是否存在 $\mu$ 俘獲的實驗較少，目前得不出有關耦合常數的肯定結論，但大家對 $\mu$ 俘獲的理論是增加了興趣。

在奇異粒子的衰變中，所有的實驗結果大致上都和 $|\Delta I| = 1/2$ 的規律符合。有興趣的是，在 $\Sigma^+$ 衰變為 $p + \pi^0$ 時觀察到對 $\Sigma^+$ 產生平面有很大的上下不對稱，而在 $\Sigma^+$ 衰變為 $n + \pi^+$ 時則觀察不到這種不對稱。即使這個奇怪的現象也和 $|\Delta I| = 1/2$ 的規律不衝突。從衰變的實驗中還進一步肯定了 $\Lambda$ 和 $\Sigma^+$ 超子的自旋為 $1/2$ 。

觀察到的 $\Lambda$ 和 $\Sigma^+$ 的 $\beta$ 和 $\mu$ 衰變幾率，仍只有普適理論（不計算重正化效應）結果的 $1/10$ 。很難設想這樣大的差別是由重正化效應所引起的。因此如果實驗進一步証實了這個結果，就有理由懷疑V-A理論的普適性。

最後報告了宇宙綫中超高能質子碰撞多重產生的結果。實驗測量的多重性比較有利於蘭道的流體力學熱力學理論，而不有利於海森堡的流體力學理論。最近在觀察到的產生粒子的角分布中，有些情況下有兩個極大，這預示邊緣碰撞在超高能核子碰撞中起着重要作用。此時，兩個核子在碰撞後分別達到熱力學平衡，形成兩個多重產生的中心。波蘭和蘇聯的科學家對確立雙中心模型的實驗和邊緣碰撞的理論都有重要的貢獻。

大會最後由去年度諾貝爾獎金獲得者，蘇聯著名理論物理學家塔姆院士作總結。他指出，各國科學家之間的學術交流和競賽有助於加強各國人民的友誼和鞏固世界持久和平。