

檢驗 π 介子散射过程是否存在 p 态共振的一个实验方法的建議*

何 祚 麻 周 光 召

近来关于 π 介子对 π 介子散射过程中是否存在着 p 态共振或同位态(Isobar)的問題,引起了广泛的注意^[1],其原因是因为核子的结构是和这一問題密切相关的.佛拉沙(Frazer)和伏尔克(Fulco)利用色散关系較詳細地研究了核子构造問題,他們得出結論认为 π 介子系統必須存在着 p 态共振才能解释核子构造,他們并預測这个同位态的质量是 435 兆电子伏,半寬度是 18 兆电子伏^[2].其它作者們也得出了类似的結論^[3].何祚麻、洗鼎昌及察納(Zoellner)近来用单重色散关系及么正条件导出了一套較准确的 π 介子对 π 介子散射的积分方程^[4].可是,初步看来,由他們导出的积分方程的絕热解中并不存在着 p 态共振,而且 p 态振幅很小.至于这套积分方程是否存在着大的 p 波散射振幅的解,却还有待于进一步研究.因此,从实验上来研究 π 介子系統是否存在 p 态共振就具有原則性的意义,因为这类实验涉及到色散关系所依据的一些基本原則是否正确.邱(Chew)等人建議用下列两个反应

$$e^+ + e^- \rightarrow \pi^+ + \pi^- \quad (1a)$$

$$e^- + e^- \rightarrow e^- + e^- + \pi^+ + \pi^- \quad (1b)$$

来研究 π 介子系統是否存在着 p 态共振問題.从理論角度說,这两个反应可以給出很清楚的理論分析,因而做了这两个实验,就能明确地作出 p 态共振存在与否的結論.然而实际上这两个实验是难做的,首先它們都需要能量极高的正电子或反电子束,其次,反应(1b)还有截面过小的缺点.

在这篇短文中,我們建議用下列三个反应

$$\pi^+ + \text{He}^4 \rightarrow \text{He}^4 + \pi^+ + \pi^0, \quad (2a)$$

$$\pi^+ + d \rightarrow d + \pi^+ + \pi^0, \quad (2b)$$

$$p + p \rightarrow d + \pi^+ + \pi^0, \quad (2c)$$

来研究 π 介子系統有无 p 态共振的問題.不难看出,这三个反应初态的同位旋态都是 1.由于同位旋守恒定律,終态的 π 介子系統必定处在同位旋 $I=1$ 的态上.由于 π 介子滿足玻色統計,因此这两个 π 介子构成系統的軌道角动量只能是单数,即 $L=1,3,5,\dots$.当能量不太高时,就只有 p 波是主要的.

我們暫且假設这个同位态具有质量 435 兆电子伏,半寬度 18 兆电子伏,那末在反应(2)中,这个同位态将衰变成为两个 π 介子,而相应的反冲 He^4 及 d 核的能譜將具有一高峯.

* 1960 年 8 月 25 日收到.

以反应(2a)为例, 设入射的 π 介子束具有能量为700兆电子伏(实验室系), 那末在质心系的 He^4 的能谱在43兆电子伏有一高峯, 而半宽度是1.8兆电子伏. 在反应(2c)中, 如入射的质子能量是14亿电子伏(实验室系), 那末氦核的能谱在36兆电子伏将有一高峯(质心系), 而半宽度是3.2兆电子伏. 反过来, 如果 p 态共振是不存在的, 那末 He^4 及 d 核能谱将慢慢变化, 并且主要由相空间因子所决定. 不难看出, 上述实验将能明确地得出 π 介子系统 p 态共振是否存在的肯定的结论.

参 考 文 献

- [1] Д. И. Блохинцев, В. С. Барашенков, В. М. Барабашов, Структура Нуклонов У. Ф. Н. 68, (1959), 417. S. D. Drell et. al. Report on 1958 Annual International Conference on High Energy Physics at Cern and discussions, Pag. 20.
- [2] W. R. Frazer, J. R. Fulco, *Phys. Rev.*, **117**, (1960) 1609.
- [3] W. G. Holladay, *Phys. Rev.* **101**, (1956) 1198; J. Bowcock, W. N. Cottingham, D. Lurié Effect of a pion-pion Scattering Resonance on Low Energy π -Nucleon Scattering (预印本).
- [4] Сянь Дин-чан, Хэ Цзо-сю, В. Цёллер, Интегральные уравнения $\pi - \pi$ рассеяния при низких энергиях (预印本).
- [5] G. F. Chew, Possible Manifestations of a pion-pion Interaction (预印本); N. Cabibbo, R. Gatto, *Phys. Rev. Letters*, **4**, (1960) 313; L. M. Brown, F. Calogero *Phys. Rev. Letters*, **4**, (1960) 315.

A SUGGESTION OF EXPERIMENT TO DETECT THE p -RESONANCE IN $\pi - \pi$ SCATTERING

Ho Tso-asiu CHOU KUANG-CHAO

ABSTRACT

An Experiment designed to detect the p -resonance in $\pi - \pi$ scattering process is suggested.