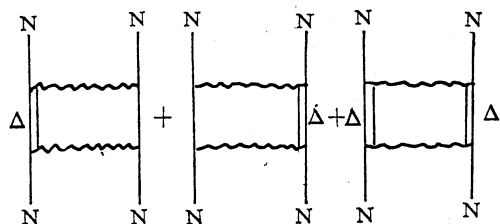


用高能粒子(包括高能质子、高能重离子、高能电子以及高能光子等)或者用由高能粒子引起的次级粒子束(例如 π 介子、 κ 介子以及反质子等)做炮弹,轰击原子核,通过它与原子核的作用,来研究原子核的成分和结构、高能核反应的机制、形成奇特核以及研究粒子之间的相互作用(包括强作用和弱作用)等等,都是属于高能核物理的研究课题。由于它一方面扩大了变革原子核的手段,丰富了原子核物理的研究;另一方面又为粒子物理提供了一个研究粒子之间相互作用的重要场所,因此,它是一门新兴的交叉学科。从七十年代以来,这方面的研究在国际上逐渐活跃起来,出现了许多新现象,引起了人们越来越多的兴趣。下面把几个有兴趣的方面做一简单介绍:

(1) 关于核力的研究。大家都知道六十年代发展起来的核力的介子交换理论取得了一定的成功。但是在单玻色交换理论中必须引入标量介子 σ ,而这个标量介子在实验上是不存在的。近几年来,随着核子散射研究的深入,对核子之间的双 π 交换相互作用有了深入一步的了解。认识到在双 π 交换机制中,中间过程处于核子共振态 Δ 是十分重要的(见图)。从而取代了单玻色交换中人为地引入的标量介子 σ ,这样就把核力的介子交换理论推进了一步。



双 π 交换示意图

(2) 关于核物质的新形态。自从五十年代发现 Δ 超核以来,使人们认识到不仅由中子、质子可以组成原子核,其它强子也可以与核子束缚在一起,形成广义的原子核。这样就扩大了核物质世界,人们称它们为奇特核(Exotic Nuclei)或核物质的新形态。近些年来,由于有了 K 介子束流,通过奇异交换反应 $A(K^-, \pi^-)$

Δ 超核,形成了几十种 Δ 超核,并对它们的结构和生成率进行了比较深入的研究。最近,又有迹象表明,通过奇异交换反应还可能生成 Σ 超核。除此以外,利用反质子束流与质子的作用,形成了反质子与质子结合在一起的共振态及束缚态,称为“重子素”或“类氦”。它的出现可以看做反物质与物质结合的第一步,因而对此问题进一步的研究以及研究是否存在更复杂的反质子核问题,都是很有兴趣的课题。另一类奇特核是核子共振态 Δ 短暂地束缚在原子核内形成的共振结构,称为巨 33 共振结构。通过 Δ 在核内的束缚,来研究核子之间以及 Δ -核子之间的相互作用都是很有帮助的。这一系列的奇特核的生成,极大地开拓了核物质的研究领域。促使人们去研究这些新的多体系统的许多新课题。另一方面随着高能粒子炮弹对核深部探索的发展,开始了关于核内是否存在真实 π 介子的自由度以及核内是否含有一定核子共振态的几率等等一系列有关核成分问题的研究。对于这些有趣的课题,人们正在从理论上及实验上进行探讨。

(3) 关于多重产生。高能质子与质子碰撞时,会产生出许多 π 介子。那么高能质子与原子核碰撞时,将会如何呢?人们很自然地想到一定会产生更多的 π 介子,而且随着核子数的增大,产生的 π 介子数有明显的增多。但是实验结果告诉我们,多重产生数随核子数的增加只有很缓慢的增加。例如对于 ^{235}U ,也只不过比 ^1H ,大2.5倍。这个出乎意外的现象应该如何解释呢?可否用每次碰撞以后不立即产生 π 介子,需要经过一段传播时间以后再产生来解释?是否还需要考虑核内的核子与自由的核子不同,在它周围有介子云的影响呢?很显然,这方面的研究,对于了解高能粒子碰撞过程、强相互作用的特点以及核的内部结构都是有意义的。

(4) 关于高能重离子反应。目前我们了解到的核物质的特性,都是在通常的核密度(0.15核子/立方费米)下得到的。如果核密度发生比较大的变化,核物质将会具有什么特性呢?在基本粒子理论中,李政道教授提出的不平常核态,就是在超密度情况下可能出现的一种现象。现在解释基本粒子结构的口袋模型,预

言在超密情况下,可以把更多的夸克压到一个口袋里,从而形成所谓的夸克物质。另外人们通过 π 与核子的相互作用,估计到当核子密度加大以后,会有利于出现 π 凝聚现象。理论上预言的这些有重要意义的新现象,都有待实验的验证。如何能够得到超密状态呢?目前看来唯一的途径就是通过高能重离子与原子核的碰撞,可能在动态中达到超密状态,因而高能重离子反应的研究已经成为高能物理中相当活跃的方面之一。

仅从以上几个例子,就可以看出:高能核物理所涉及的问题,既是核物理中带有根本性的问题,又是粒子物理中的一些有兴趣的课题。因此它是核物理的前

沿之一,又是核物理与粒子物理的一门新的交叉学科。开展这方面的研究工作无疑地是很重要的。

在国内,从1974年开始了高能核物理的理论研究。在调研的基础上,逐步在高能强子在原子核上的散射、超核、高能唯象核力分析等方面开展了一些工作;随后又在 π 核相互作用、多重产生、高能重离子反应、核物质新形态以及核力等方面进行了一些尝试,取得了一些成果,为进一步的工作打下了基础。虽然目前尚不具备实验工作的条件,但预计1985年北京质子加速器建成后,可以逐步开展一系列高能核物理的实验工作,对发展我国的高能核物理研究将起重要的作用。