

# 反西格马负超子 ( $\bar{\Sigma}^-$ ) 的发现

本刊通讯员

一九五九年，由我国著名物理学家王淦昌同志领导的研究组首先发现了超子的反粒子——反西格马负超子(记号是  $\bar{\Sigma}^-$ )，这是高能“基本”粒子实验物理中的一项重要成果。

反粒子的存在，是一九二八年狄拉克在理论上预言的。一九三二年，安德逊利用云室在宇宙线中发现了正电子，首先证实了(负)电子的反粒子——正电子是存在的。

那么，其他的“基本”粒子，例如质子、中子是不是也存在着它们的反粒子——反质子、反中子呢？这个问题在当时是不可能解决的。因为加速器的能量还不够大，不足以通过粒子的相互作用产生出反质子。到一九五五年，美国建成了60亿电子伏的高能质子加速器。不久，塞格莱和恰勃林利用电子学的方法，在这台加速器上发现了反质子。接着，在一九五六年又发现

了反中子，使反粒子的存在进一步得到了证实。

然而，更进一步要问，是不是所有的“基本”粒子都存在反粒子？如果所有粒子都有相应的反粒子，那么反粒子的存在

将是普遍法则，这将揭示出物质世界的一个基本对称性，即粒子与反粒子——正与反——的对称性。这是有关微观世界基本规律的一个极为重要的问题。当时已经知道的许多种“基本”粒子中，电子、质子、中子、介子、中微子等等，都已经发现了相应的反粒子，光子的反粒子就是光子。那末超子是否也有反粒子呢？这个问题还没有解决。因此，从一九五七年开始，寻找反超子就成了实验物理学家们着重注意的重大的物理课题。

超子的质量比质子重，要打出反超子，必须有更高的人工加速粒子；同时，超子是不稳定的，寿命很短( $10^{-10}$ 秒量级)，从产生到死亡只能飞行很短的距离，要想可靠地找到这类粒子，用能够呈现粒子径迹的气泡室是比较理想的。当时正在联合原子核研究所(当时我国是会员国)工作的王淦昌、丁大钊、王祝翔等同

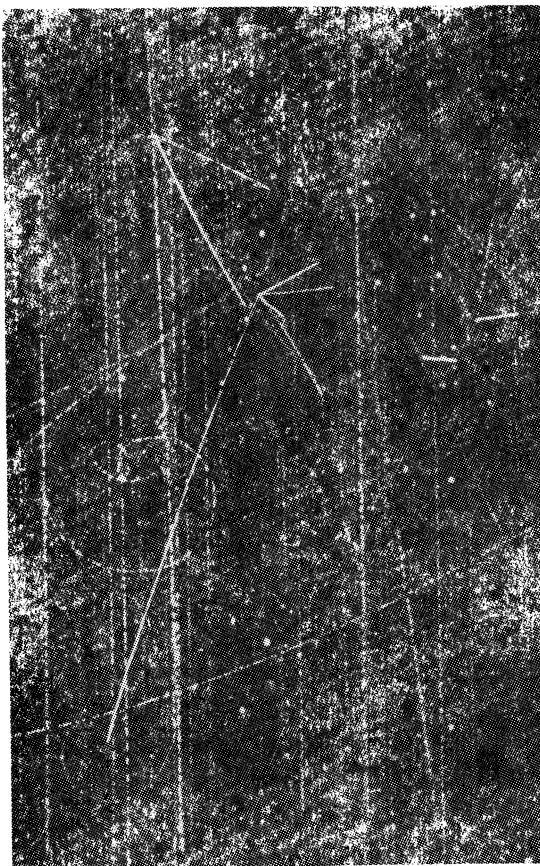
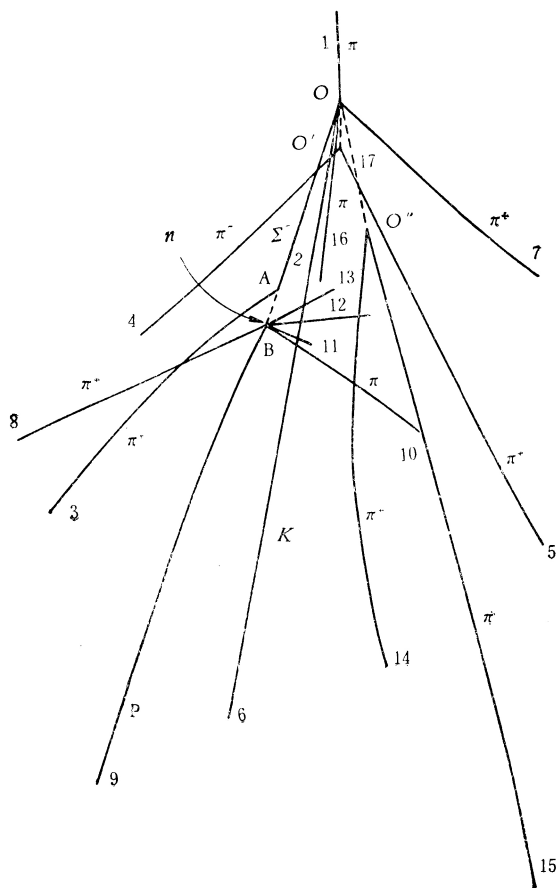


表 1 A 点运动学

径迹	电荷	动量 <sub>测</sub> MeV/C	动量 <sub>计</sub> MeV/C	粒子	角度
2	+	1104±500	1798±100	$\Sigma^-$	$\psi(3,2) = 39^\circ 38' \pm 20'$ $\psi(AB,2) = 5^\circ 29' \pm 20'$
3	+	244±10		$\pi^+$	
AB	0		1628±100	$\bar{n}$	

表 2 B 点运动学

径迹	电荷	$P_{测}$ MeV/C	$P_{计}$ MeV/C	粒子	$E_{动}$ MeV/C <sup>2</sup>	质量 MeV	总 E MeV/C <sup>2</sup>
AB	0		1628±100	$\bar{n}$	940±100	2939	2318±100
8	+	1044±55		$\pi^+$	920±56	140	
9	+	445±9		p	101±3		
10	-	183±25		$\pi^-$	90±20	140	
11	+	228±7		p	27±2		
12	+	270±5		p	38±2		
13	+	257±7		p	27±2		
17	-	257±7		$\bar{n}$	27±2		

$\Delta P$

703

$$\Sigma E = 1203 \pm 60 \pm 280 = 1483 \pm 60$$

$$E_n = 3 \times (48 \pm 3) = 144 \pm 5$$

$$E_{结合} = 8 \times 8 = 64$$

$$E_{n_0} = 645$$

B 点总能

2336 MeV

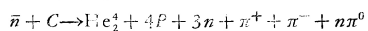
志, 决定利用能量为 83 亿电子伏的  $\pi^-$  介子作为炮弹(入射粒子), 长度为 55 厘米的丙烷气泡室作为靶子和探测器, 在 100 亿电子伏同步稳相加速器上进行实验。经过两年的努力, 到一九五九年, 在 40000 对泡室底片中, 终于找到了一个带有  $\Sigma^-$  的事例。前图是这个事例的照片和径迹的描线图。

径迹 1 是入射  $\pi^-$  介子, 它在 O 点发生相互作用, 共产生 4 个较大能量的带电粒子径迹(2, 6, 7, 16)、二个  $K^0$  介子( $O'$  及  $O''$ , 它们分别衰变成二个带电  $\pi$  介子, 即径迹 4, 5 和 14, 15) 和一个低能量粒子(径迹 17)。

带正电的径迹 2 在 A 点发生一个拐点, 而在距离拐点 47.7 毫米处的 B 点, 又产生一个具有 6 根径迹的相互作用, 而此作用点在测量误差范围内是位于径迹 2 和 3 组成的平面内。这表示径迹 2 可看作是在 A 点衰变成粒子 3 和中性粒子 N(在 AB 方向), 而且它很好地符合  $\Sigma$  的衰变运动学(见表 1), 故径迹 3 是  $\pi^+$  粒子。

根据粒子 3 和粒子 N 在 A 点的动量垂直分量的平衡关系, 可以确定出粒子 N 的动量。假定它是按  $\Sigma^+ \rightarrow \pi^+ + n$  衰变, 可求得  $M_\Sigma = 1182 \pm 14 \text{ MeV}$ 。

表 2 是 B 点产生粒子的能量和动量值。作用 B 共有 5 根正径迹(8, 9, 11, 12, 13) 和一根负径迹(10)。负粒子是  $\pi^-$  介子, 径迹 9, 11, 12, 13 都停止在室中, 可认为它们是质子, 粒子 8 具有较大动量, 射出室外, 从电离测量和动量测定可以判定径迹 8 是  $\pi^+$  介子。从测量 B 点各粒子的能量表明, 此作用中已有的带电粒子能量之和, 要比动量为  $1628 \pm 100 \text{ MeV/C}$  的中子大得多。这意味着, B 点作用只可能是  $\bar{n}$  与 C 核的湮没反应, 因为只有  $\bar{n}$  与核子湮没才能放出这么大的能量。B 点最可能的反应是



此外, 根据带电粒子(质子)的能量, 还需要加上由中子

带走的能量。可以认为, 中子带走的能量平均与质子的能量一样多, 即  $E_n = 144 \pm 5 \text{ MeV}$ , 同时, 还要加上核子在核中的结合能  $E_{结合} = 64 \text{ MeV}$ 。再有, 除带电  $\pi$  介子外, 还有  $\pi^0$  也带走部分能量, 且假定是  $\pi^+$  能量的一半, 即  $E_{\pi^0} \approx \frac{1}{2} E_{\pi^+} = 64.5 \text{ MeV}$ 。所以总能为  $E_{总} = 2336 \text{ MeV}$ 。而这能量正好接近于  $\bar{n}$  与 C 核湮没放出的总能量。由此可见, 在 A 点的衰变不是  $\Sigma^+ \rightarrow \pi^+ + n$  ( $\Sigma^+$  的衰变不会放出  $\bar{n}$ ), 而是  $\Sigma^- \rightarrow \pi^+ + \bar{n}$  的衰变, 即径迹 2 是反西格马负超子  $\Sigma^-$ 。从飞行距离及动量可得  $\Sigma^-$  的寿命为  $(1.18 \pm 0.07) \times 10^{-10}$  秒, 与  $\Sigma^-$  的寿命一致。

同年, 在基辅举行的国际高能物理会议上, 王淦昌教授宣布了这个发现, 美国阿尔瓦莱茨小组也宣布发现了另一种反超子——反拉姆达超子( $\bar{\Lambda}$ )。他们的工作受到各国物理学家的普遍赞扬和重视。国际上一些科学家认为, 王淦昌教授领导的研究组发现反西格马负超子是联合所 100 亿电子伏质子加速器上唯一出色的具有国际水平的成果。

现在, 正当全党全军全国人民在以华主席为首的党中央领导下, 为实现伟大领袖和导师毛主席提出的、敬爱的周总理在四届人大宣布的四个现代化雄伟目标, 向着科学技术现代化进军的时候, 在全国科学大会召开的前夕, 我们回顾和总结已取得的科研成果, 增添了向新的目标攀登的勇气和力量。展望未来, 我们信心满怀, 斗志更强。“中国人民有志气, 有能力, 一定要在不远的将来, 赶上和超过世界先进水平”。让我们在以华主席为首的党中央领导下, 沿着毛主席指引的方向, 努力攀登科学高峰, 为科学技术现代化贡献一切力量!