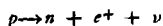


值此庆祝王淦昌老兄八十五寿辰之际，我将他的探测中微子存在的建议和反 Σ^- 超子的发现两事对人们有何启迪，谈谈我的想法。

中微子，neutrino，是一种基本粒子，它不带电，电中性的，早先时候，人们认为它很轻，远远地比电子轻，因此称它为“中微子”。这里所谈的是指电子中微子，即伴着电子出现的中微子。在二十、三十年代，核物理研究集中在天然放射性上。 α 、 β 、 γ 辐射谱的研究表明原子核是处在有一定能量的能级上的。不少 α 衰变的元素放出一个单能量的 α 粒子，这表明母核是处在一个能级上，而子核处在另一个能级上，二者的能量差，就是 α 粒子所带走的能量。在 β 衰变中，例如

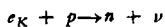
$RaE \xrightarrow{\beta} RaF$ 的 β 衰变过程，发出来的 β 粒子不是单能的，而是分布在一个连续谱上。这意味着有的 RaE 原子核发出的 β 粒子能量大，有的能量小。而今 RaE 和 RaF 各自处在一个能级上，因此要么能量不守恒，要么能量守恒，而另有原因。玻尔 (N. Bohr) 认为 β 衰变中能量并不守恒。1930 年泡利 (Pauli) 认为 β 衰变过程能量还是守恒的，只不过有一部分能量和动量被中微子所带走。中微子不带电，又很轻，所以在实验上不容易探测到。1934 年费米 (Fermi) 在其 β 衰变理论中采用了泡利的假设，即 β 衰变中伴着电子的还有中微子发出来，他假定 β 衰变过程类似光子辐射过程。费米理论得出 β 粒子的连续谱，这个理论的成功引起人们重视探测中微子的问题。从 1930 到 1941 年间一直没有令人信服实验方法证实中微子这个粒子的存在。就在这样形势下，王淦昌于 1941 年建议一个探测中微子的实验方法。

β 衰变有两种： β^- 衰变和 β^+ 衰变。正 β 衰变过程可以认为原子核中有一个质子转变成为中子，即



其中 p 为质子， n 为中子， e^+ 为正电子， ν 为中微子。

这种正 β 衰变，有时可以以 K 擒的方式出现，所谓 K 擒即原子核把一个 K 电子俘获。因为 K 电子的波函数在原子核处并不等于零。 K 电子走到原子核附近，可以被一个质子俘获而转变成为一个中子，即



这个反应过程末态是两体。如果 K 擒核为 A ， K 擒后它变为 B ，则有

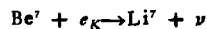


王淦昌在 1942 年 *Phys. Rev. Lett.* 上发表的文章中建议利用 B 核的反冲能量和动量来证明中微子的存在。

讲到这里我想插一句题外的话。王淦昌这个用 K 擒来证实中微子存在的建议与康普顿效应是一脉相通的。王淦昌在清华大学四年级时的一位老师就是吴有训。吴有训先生二十年代在美国康普顿处共同发现了

康普顿效应。在康普顿效应的实验中，人们用 X 光光子打在碳或石墨靶上而测定反冲电子的能量和动量以证明光子的粒子性。计算方法是利用动量守恒及能量守恒列出方程式后而解出反冲电子的动量及能量以证明光子的粒子性。现在 K 擒过程中，也是将动量守恒和能量守恒方程列出来。假定中微子质量很小，近似地当作为零，则很容易得出反冲核的能量和动量，从而证实有中微子的存在。尽管王淦昌当时在思维过程中，意识到或没有意识到这种类似的情形。但无论如何在他的潜意识中，自觉地或不自觉地，作出这样一个创造性的建议。一个多年从事近代物理或原子物理与原子核物理的教师不难发现个中的奥妙所在。虽然王老是实验物理学家，但进行这样的理论计算是轻而易举的。

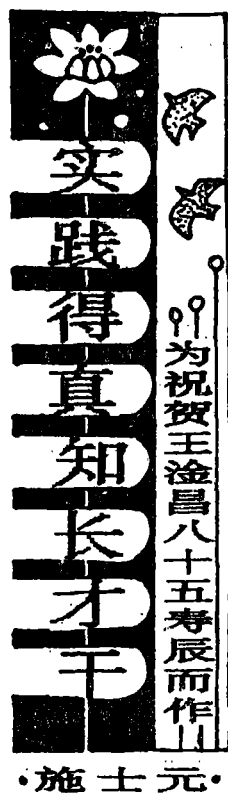
反冲核越轻越好。王淦昌选用 Be' 的 K 擒作为例子来计算。



这个反应中初态核 Be' 的质量和末态核 Li' 的质量依当时王淦昌手头的资料，1938 年有两组人从事 K 擒实验得出其质量差为 $1MeV$ 从而王淦昌得出反冲核的能量为 $77eV$ 。王淦昌当时没有得到 1940 年 Haxby 等对 Be' K 擒所得的初态与末态核的质量差 $0.87MeV$ 的数据。如果用了这个数据，则反冲核的能量要比 $77eV$ 低些。

王淦昌在 1942 年发表的建议，10 年以后的 1952 年有两个实验都证实了这个建议的正确，从而肯定了有中微子的存在。

现在，中微子的存在，早已不成问题。反应堆附近有大量的中微子存在。高能加速器上可以产生强的中微子束来进行中微子引起的反应。地面上可以接收到从太阳上的核反应所发出来的中微子。当然天空中遥远的星体上的核反应所发出的中微也会落到地球上，人们可以利用这种中微子来得到天空中遥远的星体的一些信息。看来中微子并不是基本粒子。它是由三个更基本的原始费密子构成。电子也是如此。而 π 介子平常认为是由一个夸克和一个反夸克构成的，可能是四个原始粒子的体系。而当今宇宙实际上是原始



粒子的世界。这些话可能扯得太远了。超过了当代一般人的认识水平。

在没有高能加速器之时，高能现象的研究唯一的手段是宇宙线，宇宙线中有能量很高的粒子，这种高能粒子在云室、核乳胶或其他探测器的介质中会产生高能反应。在宇宙线实验中人们曾发现 Δ 超子。 Σ 超子等离异粒子。通常将质子、中子视为平常的粒子，而 Δ 、 Σ 等则为奇异粒子。由于 Δ 或 Σ 质量超过质子或中子因此它们被称为超子。

1955 年在美国加州大学 Berkeley 实验室中建成的 613 GeV 质子加速器上，张伯伦 (Chamberlain) 和塞格雷 (Segré) 发现反质子和反中子。这个发现引起物理学界探索其他反粒子的兴趣。早在二十年代狄拉克 (Dirac) 的电子论预言电子的反粒子——正电子的存在。而后恩特生 (Anderson) 在云室中证实了正电子的存在。这种粒子和反粒子的正反对称性，人们一般认为可能是普遍存在的。而今反质子和反中子发现证实了这种对称性的普遍性。于是王淦昌和一些人设想寻找反 Δ 及反 Σ 超子。事有凑巧，1956 年苏联的联合核子所的 10 GeV 质子加速器即将建成，而中国是联合成员之一。于 1956 年秋后，王淦昌率领一个小组参加联合核子所的工作。为了寻找反超子，王淦昌先设计制造一台长为 55 厘米容积为 24 公升的丙烷泡室。泡室中丙烷这样的介质比一般云室中的气态介质密度高，粒子径迹可以更清晰。它既是高能反应的靶，又是高能事件的探测器。

1958 年泡室建成。1958—1959 年间王淦昌利用 10 GeV 高能质子所产生的高能 π^- 介子束来进行试验。所以用 π^- 介子而不直接用高能质子束，因为这样进入泡室中的是介子而不是重子，如果泡室中出现重子，则必将是由 π^- 介子引起反应所产生的粒子无疑。这个期间王淦昌小组得十万张泡室照片，其上有几十万个 π^- 所引起的事件，几十万个事件中寻找反超子事件等于大海捞针，必须有其战略和策略。

反超子寿命一般应当在 10^{-10} 秒量级。因此在泡室照片中既可以看到其产生又可以看到其衰变。反超子衰变必然会出现反质子或反中子。而反质子或反中子在介质中很快会湮没而出现湮没星，即在湮没点向四面八方射出的粒子迹线。王淦昌等先画出这样的反超子的图样，而后由小组人员，按照这样的图样来搜索。这样居然发现一个反 Σ^- 超子的事例。 Σ^- 反超子形成后衰变成为一个 π^+ 和一个反中子。反中子湮没出现若干迹线形成的湮没星。经过对有关径迹的运动学和电离密度的分析，肯定它是反 Σ^- 无疑。反 Σ^- 是带正电的。会不会它是质子或 Σ^+ ? 不可能，因为质子或 Σ^+ 都不会衰变成反中子和 π^+ 介子。

王淦昌等发现 Σ^- 反超子的文章于 1960 年初发表在苏联的实验理论物理杂志上和在中国物理学报上。

· 学部委员来信 ·

致《现代物理知识》编辑部

杨福家

现代物理知识：

收到今年第一期，多谢。

1. 内容丰富，充分说明：您们动了不少脑筋，从此可看出，您们有一股很高的热情。依此，我充分相信：贵刊会越办越好。

2. 不仅有科学，且有思想。我已劝说复旦有关学生，每寝室订一本。

3. 冼鼎昌先生之文章写得很好，说明他知识广博，应多多组织这类文章。（略）

再次谢谢 杨福家 九二、三、十六

1960 年中苏关系恶化。苏联撤回在华的苏联专家。中国撤回在苏联的科技人员，王淦昌不得不中止其在苏联进行的高能物理工作。如果能继续下去工作，则当时设备已建立起来，方法已行之有效，下一步如 Σ^+ 、 $\bar{\Sigma}^0$ 、 $\bar{\Lambda}$ 等都有可能被发现，还有别的东西。

60 年代以后，各种高能加速器，包括 e^+e^- 对撞机，相继建立起来。发现了许多粒子和事例。

试问王淦昌的这两件事对我们有何启迪。我认为最主要的是实践第一。实践得真知，实践长才干。世间何处无高峰，不实践，视而不见，听而不闻，即使望见了高峰，也不知如何去攀登。实践的作用，在作画时最容易感受到。一幅油画未画成之前，意识不到其效果。画成之后，高山流水或神情姿态，令人神往。达芬奇的蒙娜丽莎，千百年来百看不厌，嘴角微笑，永远留在人间。王淦昌为自己的生平，画出一张四维时-空的图画。这张画令人百看不厌，越看越有韵味。这一切主要来自他长期的经久的实践。众里追寻千百度，衣襟宽舒，蓦然地，忽见伊人在灯火阑珊处。这里实践的结果。哲学家有人强调一个“悟”字。无名氏一首诗：我家家住两湖东，十二珠帘夕照红，今日回掉船头望，始知家在画图中。很长时间了，突然悟得个中的道理。所以悟到，也是由于实践。实践得真知，长才干。这是一个普遍真理。不仅物理工作如此，其他自然科学也如此。不仅自然科学如此，文艺活动也是如此。人类活动无往不遵守这条最简单的规律。

1991 年 11 月于南京

参 考 文 献

- (1) 关于中微子的问题有关文献，详见李炳安，杨振宁：“王淦昌先生与中微子”，《王淦昌和他的科学贡献》，12—20 页，科学出版社(1987)
- (2) 关于反 Σ^- 超子的发现有关文献，详见丁大钊“反西格马负超子(Σ^-)的发现”，《王淦昌和他的科学贡献》，77—89 页，科学出版社(1987)