

层子模型、QCD 和原子核

——在《核内层子工作讨论会》开幕式上的讲话

胡 宁

今天很荣幸能代表高能物理学会致开幕词。

我个人深有感触，粒子物理和原子核物理这两个理论队伍自五十年代分道扬镳为两支队伍以来，经过近三十年后，现在又有了共同语言。记得在五十年代初，我们在北京原子能所共同探讨原子核的同质异能态 (isomers)，当时只有一个核理论物理组，后来由于学科的发展，分为两支队伍，原子核组着重原子核的内部结构和运动、粒子组着重基本粒子的相互作用和运动。现在看来原子核和基本粒子中的强子有可能并不代表微观结构两个不同的层次，而强子只不过是质量较小，由更少数目的层子组成的原子核。我顺便在这里呼吁一下，现在很多人称层子为“夸克”，我希望以后不要这样。作为物质微观结构不同层次的单元，我们的中文命名有分子、原子、轻子、强子等等，在 66 年我们已为“层子”定名。我希望不要放弃我们中国命名的“层子”。

“壳层模型”假定在原子核内部单核子的运动是一个简谐运动，它多年来成功地描述了原子核结构，但这个模型一直没有能够从量子场论推导出来，另一方面，对强子激发态能级的实验观察也说明强子的内部运动是简谐运动。我们也已指出，如果把质量为 4030 MeV 的新粒子看作是 D, \bar{D} 组成的“分子”或其它复合态，而不看作是 J/ψ 的激发态，那么，新粒子的激发态也可唯象的用简谐振子波动方程来描绘，因此原子核和强子的内部运动都可看作是简谐运动，不同之处只是强子态的本征值是质量的平方，而原子核态的本征值是能量的一次方。这表明强子的内部运动是相对论性的，而原子核的内部运动是非相对论性的。

和原子核的情况一样，给出正确能级的强子“壳层”模型，尚不能由任何场论直接给出。人们对其抱有很大期望的 QCD 格点近似能够利用计算机运算，用随机过程模拟给出一些强子的基态质量和高角动量激发态的能级，但是计算机的模拟无法显示出强子内部运动的主要过程，一个满意的强作用场论，应该能够直接给出已经成功的描绘强子激发态波动方程的有效位势，无论如何，强子的激发态能级结构比氢原子的能级结构简单得多，因而应该用描写氢原子波动方程更为简单的方程来描写。

在一年以前，理论工作者认为现有的实验只说明 QCD 不与实验矛盾，但并未被实验所证明。近来在格点近似下用计算机处理的 QCD 有了新的进展。我们希望不久的将来人们能够对强子内部结构起主要作用的过程获得实质性的了解。

前面已经提到强子内部结构可能是原子核壳层结构的延伸，不同之处只是强子（尤其是轻强子）的内部运动是相对论的，而原子核内部运动是非相对论的。现在高能加速器的能量，由于经济上和技术上的限制，已经快要达到上限。最近李政道先生曾经建议，用重核的碎裂实验，作为高能实验的新方向。如果能实现，那么就将能使粒子物理和原子核物理不仅在理论领域内，而且在实验领域内，进一步相汇合。

我们在五十年代分开的两支队伍，现在又有希望合并起来了，这种“分久必合”的进程，在科学发展史上也是常见的，本世纪初在原子结构问题上，物理和化学两支队伍就有这样的汇合，我预祝层子模型在原子核领域内获得新的重要进展。