

“Bigger Is Different”

徐仁新 (Renxin Xu)
北京大学物理学院
北京 100871
Email: r.x.xu@pku.edu.cn

P. W. Anderson于1972年发表了一篇富有哲理的短文“More Is Different” (*Science*, **177**, 393-396), 试图从对称性破缺的角度理解自然界不同层次的现象。作者在文中强调: “将万事万物还原为简单基本定律并非意味着能够据此重建整个宇宙”, 因为对称性在越来越复杂的系统中自发破缺 (作者从氨分子存在电偶极矩出发阐明对称性的逐渐破缺)。那里论述了“多”导致对称度的降低。

不过, 我们这里拟讨论: “大”可能导致对称性的恢复。在FPS2会议文集46页曾经谈及核物理中的对称能。因为核物质涉及能标远大于 s 夸克与 u/d 夸克的质量差, 人们并不能轻易地理解原子核的两味对称性。如果低能强作用物质稳定态倾向于味数最大化 (最近似乎有这样的实验迹象) 的话, 那么小块物质应该是两味的 (伴随电子因弥散在外而几乎不贡献能量), 但大块物质中轻味对称性可能得到恢复 (还可有效地减少电子)。我们将后者称为广义的Bodmer-Witten (BW) 猜想。

让我们通过一个科幻故事来体会广义BW猜想。我们的主角是一位小精灵。她很熟悉高能量尺度下的强作用 (即微扰QCD) 知识, 但对QCD丰富的非微扰效应知之甚少。这位小精灵 (F) 跟上帝 (G) 有一次对话, 讨论了强相互作用物质。

G: 我知道总共有六味夸克, 但在稳定的强作用物质中会出现几味呢?

F: 这个可不确定呀, 取决于您考虑的强作用物质密度有多高啊。 (旁白: 饱和核物质密度跟核力在短距离上的排斥芯有关, 属于一种非微扰QCD效应所导致的后果; 小精灵对此了解不多。)

G: 嗯...我听说那里夸克的数密度大约 0.5 fm^{-3} (即核物质密度左右)。

F: 哦, 在这种 0.5 GeV 左右的能标下, 如果夸克是自由的, 应该只有轻味夸克 (即 u , d 和 s) 起主要作用。

G: 到底是两味 (u 和 d) 还是三味 (u , d 和 s) 呢?

F: 如果强相互作用物质较小, 尺度远小于电子Compton波长 ($\sim h/m_e c \simeq 0.024 \text{ \AA}$) 的话, 这些物质应该是两味的; 但大块的强作用物质很可能是三味的 (旁白: 此乃人们常常所言BW猜想)。

G: 小块两味强作用物质是非常有用的, 我可以用无数这些小碎片创造出生命和人类。我们就把这些小块物质称为原子吧。

F: 谢谢上帝! 我将努力帮助人类过上美好的生活。

G: 可是...那里的夸克真的自由吗?

F: 喔...如果夸克之间的相互作用确实很强的话, 无论是在两味还是三味 (旁白: 这就是广义的BW猜想) 的情况下, 夸克都可能不会游离而是纠缠成团。您将两味的小块物质称为原子, 那三味的大块物体该叫什么名字呢?

G: 噢...那里有可观的奇异数, 就简单地称之为奇异物质吧!