

重力的斥力——反引力存在吗？

屏蔽重力,或反重力——不是吸引而是排斥,从多方面看都是引人入胜的。反引力一直是人们力图摆脱的一个恼人的科学问题。物理学家总是向一些热心的人们解释为什么它是不可能的,但是现在他们开始要解释为何它是可能的了。巴黎高等师范大学实验室的舍尔克(Scherk)最近在物理快讯(Physics Letter)第八十八卷第3、4期上发表了一篇超重力理论的文章,提出可能存在反引力。超重力理论是统一场论发展的一个方面,它可能成为将重力纳入基本粒子理论——重力的量子化理论的一个成功途径。

根据现代粒子物理的规范场论,每一种相互作用都可用一种规范场描述,规范场的量子称为规范粒子,正是这种规范粒子的交换引起了相应的力或有关的相互作用效应。例如,电磁场的量子是光子,若两粒子之间交换一对光子,就产生电磁力,或者说二者之间有电磁效应发生。引力的规范场论以引力子作引力场的量子,尽管还没有从实验上证实它的存在,却已提出了它的几种性质。老的引力场论认为引力子的自旋为2。根据数学计算,证明自旋为2的粒子在带有同种荷的物体之间传递吸引力。重力荷是质量,质量只有正的,因此靠自旋为2的引力子传递的重力总是吸引。这是人们公认的事实。但是舍尔克的超重力理论在统一不同类型的现象、不同类型的相互作用及变换中,引入了 $N=2$ 的超对称性,这种超对称性包括一族四个引力子,一个自旋为2,两个自旋为 $1\frac{1}{2}$,一个自旋为1。在自旋为2的引力子传递重力吸引的完全相同的条件下,自旋为1的引力子却传递斥力,故称之为反引力子。反引力子引起反引力。值得注意的是,反引力应该和引力相伴存在,那末它们可能会互相抵消。例如两个中子之间的引力和反引力,如果互相抵消了,将怎样说明日常见到的种种引力现象呢?

舍尔克提出两点来摆脱困境。首先,他提出引力和反引力是以不同方式影响一个粒子的。引力作用于整个粒子,而反引力只影响粒子的结构粒子——夸克。然而,按舍尔克的计算,两个原子 (Z, A) 和 (Z', A') 之间的力为 $F = 8\pi G(MM' - M^0 M'^0)/r^2$,其中 $m = Z(m_p + m_n) + (A - Z)m_u$, $M^0 = Z(2m_u + m_d + m_e) + (A - Z)(m_u + m_d)$,式中以 m 的脚标表示质量 m 为哪种粒子的值,如 m_u 为上夸克的质量。计算结果,他得出地球对质子与中子的组成不同的物体的引力稍有差别,其差值达到百万分之一,这是与厄密的实验结果矛盾的。其次,舍尔克还提出了第二个说明,即四个引力子族的对称性不是完美的,而是稍有破缺,这使反引力子有质量,自旋为2的引力子仍是0质量。由于这一点,引力是长程力,而反引力却是相当短程的力,它比引力弱得多。因此反引力也许存在,只是很难探测到。

(李思一)