

用激光干涉仪检测引力波

宋春光

1887年,迈克尔逊和莫雷用干涉仪所做的实验,证明了相对于“以太”的绝对运动是不存在的,“以太”不能作为绝对参照系.该实验成了爱因斯坦狭义相对论的实验基础.

如今,爱因斯坦的相对论问世80年了,其理论已被物理界很多学者所验证和确认.但是,爱因斯坦的理论所预言的“引力波”还未被任何实验所验证.爱因斯坦的“电磁力与引力统一”理论认为,对应电荷振动释放“电磁波”,质量振动,要释放“引力波”.电磁波容易检测,而引力波因强度太低很难检测.例如,质量为1万吨,长为2m的棒,以每秒200圈旋转时放出的引力波,在2000km处,只能引起 10^{-37} 的空间波动(即相距为1m的两质点间距离变化不过 10^{-37} m).这个值用现代科技手段是不可能检测的.

值得庆幸的是,在天体运动变化中,有巨大能量以引力波的形式放出现象.如两个中子星合体时会放出强引力波;超新星爆发时,其巨大的潜能释放,会放出强引力波脉冲.但要检测引力波,必须有极其高精度的观测仪器和完全隔绝杂波的环境.目前看来,最引人注目的引力波检测方法是用激光干涉仪.它是根据在引力波通过的空间里行进的光的光程会有伸

缩,这种伸缩将引起干涉光的明暗条纹变化,通过观测其变化来检测引力波.

置,原则上也能观测到这类“新粒子”的衰变.但在这些装置中均没有磁场,不能区分电荷,只能从“阻止本领”来估计它们的能量.尤其是,这些装置大多是均匀介质,很难区分这是“新粒子”的“衰变”,还是某个高能粒子的核作用.

要进一步澄清上述问题,显然需要有一个能够对粒子性能进行多参数测量的大型装置,尤其是需要有强磁场.

(五) 历史会再度重演吗?

在原始宇宙线中可能存在着稳定的中性的

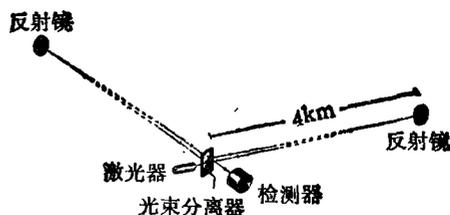


图1 干涉仪型引力波望远镜的结构

缩,这种伸缩将引起干涉光的明暗条纹变化,通过观测其变化来检测引力波.

目前,科学家们正在研制的“激光干涉仪型引力波望远镜”,是将一束激光用分束器分成两束,使它们在互相垂直的光路(两臂)中行进,再反射回来形成干涉条纹.美国正在建设(计划1998年建成)的“LIGO”干涉仪型引力波望远镜(如图1),每条臂长4km,能检测出质子直径的100万分之一的伸缩,希望用此检测出一般连星系放出的引力波.

如果实现了引力波的检测,其意义不仅仅在于引力波本身,可以说是打开了人类认识宇宙的新的窗户,开辟了引力波天文学.此后,人们将获得宇宙开始时的一些新资料,发现至今尚未想象到的许多新的天体现象.

重粒子成份,而且这一中性重粒子可能是冷暗物质的候选者——无疑这既是粒子物理又是当代宇宙论的重大问题,如果人们再相信理论物理学家们的预言,说冷暗物质的“最佳”候选者是人们称为具有超对称量子数 $R=1$ 的尚未发现的新粒子,而且这类超对称粒子将有一大家族,至少和现在已知的粒子家族一样大,那末,1972年所发现的云南站事例,无疑就为上述这些问题的研究提供了极有益的线索.

(下转第41页)

现代物理知识