

- Rev. Lett., 2002, 89, 177003
- [14] Grenier S, Hill J P, Kiryukhin V *et al.* Phys. Rev. Lett., 2005, 94, 047203
- [15] Hasan M Z, Isaacs E D, Shen Z X *et al.* Science, 2000, 288, 1811
- [16] Hill J P, Blumberg G, Kim Y J *et al.* Phys. Rev. Lett., 2008, 100, 097001
- [17] Butorin S M, Guo J H, Magnuson M *et al.* Phys. Rev. B, 1996, 54, 4405; Ghiringhelli G, Matsubara M, Dallera C *et al.* Phys. Rev. B, 2006, 73, 035111
- [18] Magnuson M, Butorin S M, Agui A *et al.* J. Phys.: Condens. Matter, 2002, 14, 3669; Matsubara M, Uozumi T, Kotani A *et al.* J. Phys. Soc. Jpn., 2005, 74, 2052
- [19] Magnuson M, Butorin S M, Guo J H *et al.* Phys. Rev. B, 2002, 65, 205106; Chiuzaian S G, Schmitt T, Matsubara M *et al.* Phys. Rev. B, 2008, 78, 245102
- [20] Higuchi T, Tsukamoto T, Watanabe M *et al.* Phys. Rev. B, 1999, 60, 7711; Haguchi T, Baba D, Takeuchi T *et al.* Phys. Rev. B, 2003, 68, 104420
- [21] Ishiwata Y, Takeuchi T, Eguchi R *et al.* Phys. Rev. B, 2005, 71, 121203; Augustsson A, Henningsson A, Butorin S M *et al.* J. Chem. Phys., 2003, 119, 3983
- [22] Kuiper P, Guo J H, Sathe C *et al.* Phys. Rev. Lett., 1998, 80, 5204; Ghiringhelli G, Brookes N B, Annese E *et al.* Phys. Rev. Lett., 2004, 92, 117406
- [23] Braicovich L, Ament L J P, Bisogni V *et al.* Phys. Rev. Lett., 2009, 102, 167401
- [24] Braicovich L, van den Brink J, Bisogni V *et al.* Phys. Rev. Lett., 2010, 104, 077002
- [25] Schlappa J, Schmitt T, Vernay F *et al.* Phys. Rev. Lett., 2009, 103, 047401; Schlappa J *et al.* unpublished
- [26] Duda L C, Downes J, McGuinness C *et al.* Phys. Rev. B, 2000, 61, 4186
- [27] Chiuzaian S G, Ghiringhelli G, Dallera C *et al.* Phys. Rev. Lett., 2005, 95, 197402
- [28] Guo J H, Luo Y, Augustsson A *et al.* Phys. Rev. Lett., 2003, 91, 157401; Ogasawara H, Brena B, Nordlund D *et al.* Phys. Rev. Lett., 2002, 89, 276102; Fuchs O, Zharnikov M, Weinhardt L *et al.* Phys. Rev. Lett., 2008, 100, 027801
- [29] Guo J H. Int. J. of Nanotechnology, 2004, 1, 193
- [30] Glatzel P, Bergmann U, Yano J *et al.* J. Am. Chem. Soc., 2004, 126, 9946

· 物理新闻和动态 ·

Borexino 实验探测到地球中微子

在意大利 Gran Sasso 国家实验室工作的物理学家, 探测到地壳和地幔中的放射性衰变产生的电子反中微子. 这一结果为新的直接测量地球深部发生的过程铺平了道路. 物理学家长期以来一直在研究太阳发射的中微子和进入地球大气层的宇宙射线所产生的中微子. 这些观测增进了人们对太阳物理的了解, 并且揭示出中微子这种不带电的、极不活跃的基本粒子具有非常微小的质量. 理论预言, 在地球内部, 可由某些原子核的放射性衰变产生电子反中微子. 测量这些地球中微子的通量, 可以了解在地球内部所产生的能量中有多少是来自放射性衰变. 此外, 还可以使我们进一步了解依赖于这种能量的过程, 如: 板块构造和地球磁场的产生.

然而, 探测地球中微子是极其复杂的. 像任何种类的中微子一样, 对它们的观测需要大量的探测器材料, 而且实验地点要在很深的地下, 以防止宇宙射线的干扰. 但是, 与高能太阳中微子和大气中微子不同, 地球中微子不能通过它们与重水原子核的相互作用来探测, 因为它们的信号会被这种液体中含有的放射性所淹没. 测量中使用的是一种碳氢化合物, 穿过这种化合物的地球中微子偶尔会与一个质子碰撞, 产生一个正电子和一个中子, 正电子与介质原子中的电子发射湮灭, 发射一对 γ 射线, 产生可探测的光.

2005 年, 在日本地面下 1km 处的 KamLAND 实验中, 研究人员曾报告说, 他们的探测器观察到地球中微子, 但是由于附近几座核反应堆产生的反中微子本底水平高, 结果的可信度较差.

Borexino 实验是为研究低能太阳中微子而设计的, 因此具有非常低的本底. 探测器位于距最近的反应堆几百公里以外的 Grand Sasso 山的表面下 1.5km 处.

中微子是在 300 吨叫做偏三甲苯的掺杂的碳氢化合物中探测的, 这种碳氢化合物装在一个尼龙球中, 尼龙球浸没于封在一个不锈钢球中的 1000 吨纯的偏三甲苯中. 不锈钢球又被包围在 2400 吨高纯水中, 高纯水装在一个直径为 18m 的钢容器中. 所有用于记录 γ 射线信号的部件(包括探测介质、液体和光电倍增管)都选用本身具有的放射性尽可能低的.

实验进行了两年, 于 2009 年 12 月结束. Borexino 合作组(约包括来自 6 个国家的 80 位研究人员)说, 实验中探测到 9.9 个地球中微子事件, 误差为 +4.1 和 -3.4. 实验的发言人说, 这一结果排除了认为地热的大部分是由一种以地核中的铀做燃料的天然反应堆所产生的假说.

(树华 编译自 Physics World News, 12 March 2010)