

和弱力的贡献分开,导致对 CP 破坏测量的敏感度显著提高。同时由于  $\Lambda^0$  和它的反粒子也在探测器里衰变,因此也能同时测量  $\Lambda^0$  相关的物理量。

$\Xi^- \rightarrow \Lambda^0 \pi^-$ , 是同位旋改变为 1/2 为主的衰变,这样方程(13)的 S 和 P 振幅和相位都只有一项 s, p,  $\delta_s$ ,  $\delta_p$ ,  $\xi_s$ ,  $\xi_p$ , 在这样的近似下可得到

$$A_{\Xi} = -\tan(\delta_p - \delta_s)\tan(\xi_p - \xi_s),$$

$$\xi_p - \xi_s = \frac{\beta_{\Xi} - \bar{\beta}_{\Xi}}{\alpha_{\Xi} - \bar{\alpha}_{\Xi}} = \frac{\sqrt{1 - \langle \alpha_{\Xi} \rangle^2}}{\langle \alpha_{\Xi} \rangle} \Delta\phi_{CP},$$

$$\Delta\phi_{CP} = \frac{\phi + \bar{\phi}}{2}. \quad (16)$$

这里  $\langle \alpha_{\Xi} \rangle$  表示粒子和反粒子的平均值。

这样通过从  $J/\psi$  衰变来的量子纠缠的正-反  $\Xi$  以及正-反  $\Lambda$  粒子对的衰变过程,不仅能精确测量  $A_{\Xi}$  和  $A_{\Lambda}$ , 也能测量到 CP 破缺相位差  $\xi_p - \xi_s$  和  $\Delta\phi_{CP}$ 。利用在北京谱仪 III 已积累的  $1.31 \times 10^9 J/\psi$ , 合作组获得了非常有意义的初步结果。以下列出与 CP 破缺相关的物理量测量值,

$$A_{\Xi} = (6 \pm 13 \pm 6) \times 10^{-3}, \quad A_{\Lambda} = (-4 \pm 12 \pm 9) \times 10^{-3}$$

$$\xi_p - \xi_s = (1.2 \pm 3.4 \pm 0.8) \times 10^{-2} \text{ rad}, \quad \Delta\phi_{CP} = (-5 \pm 14 \pm 3) \times 10^{-3} \text{ rad}.$$

$A_{\Lambda}$  的测量精度达到了现有的最好精度。另外三个量  $A_{\Xi}$ ,  $\xi_p - \xi_s$ ,  $\Delta\phi_{CP}$  都是第一次被测量。虽然还没有测量到不为零的 CP 破缺效应,合作组已非常出色地证明了他们发展的新方法确实可行。

北京谱仪将升级提高三倍的亮度,到时将会积累更多的  $J/\psi$  可用于获得更多衰变的信息。但是离标准模型的预期值还会有一段距离。中国现在正讨论建设亮度为  $10^{35} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$  的超级陶粲工厂的可能性,和现有北京谱仪 III 相比,它将提高两个量级的  $J/\psi$  产生率,加上探测技术的提高,北京谱仪 III 合作组发明的利用超子量子关联衰变研究 CP 破缺的极其灵敏的创新实验方法极有希望达到标准模型预期的 CP 破缺效应范围,进一步检验标准模型。也许会幸运地发现远大于标准模型的预期值,发现新物理,解决宇宙中物质和反物质的不对称性的世纪难题。我们拭目以待。



### 科苑快讯

## 新工艺可实现 100% 环保航空燃料

一种未被充分利用的自然资源可能正是航空业减少碳排放所需要的。麻省理工学院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT)、华盛顿州立大学 (Washington State University)、美国能源部国家可再生能源实验室 (Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory, NREL) 的研究人员报告称,他们成功利用木质素制成一种 100% 可再生航空燃料。木质素是构成植物细胞壁的刚性部分,因难以被化学分解并转化为有用的化合物,而通常被忽视。

《焦耳》(Joule) 期刊上最近发表了研究人员从木质素中提取氧气的相关研究成果,这样产生的碳氢化

合物可用于混合的喷气燃料。航空燃料由不同的碳氢化合物分子混合而成,包括芳烃和环烷烃。作为自然界中可再生芳烃的最大来源,木质素可能将实现完全的生物航空燃料。

以前产出过含氧量很高的木质素油,含量在 27% ~ 34% 之间,但要用作航空燃料,这一含量必须降低一半。降低氧含量所用的催化剂需要高价贵金属,而这三家机构的研究人员则使用地球储量丰富的碳化钼作为催化剂,实现了约 1% 的氧气含量。

(高凌云编译自 2022 年 10 月 18 日 SciTechDaily 网站)