

RN黑洞外的有质量费米子的准束缚态和晚期演化行为

陈广尚 (ITP&SDU), 杨承博 (ITP), 鲍守山 (SDU), 吴岳良 (ITP&UCAS), 汤勇 (UCAS), 张宏 (SDU)

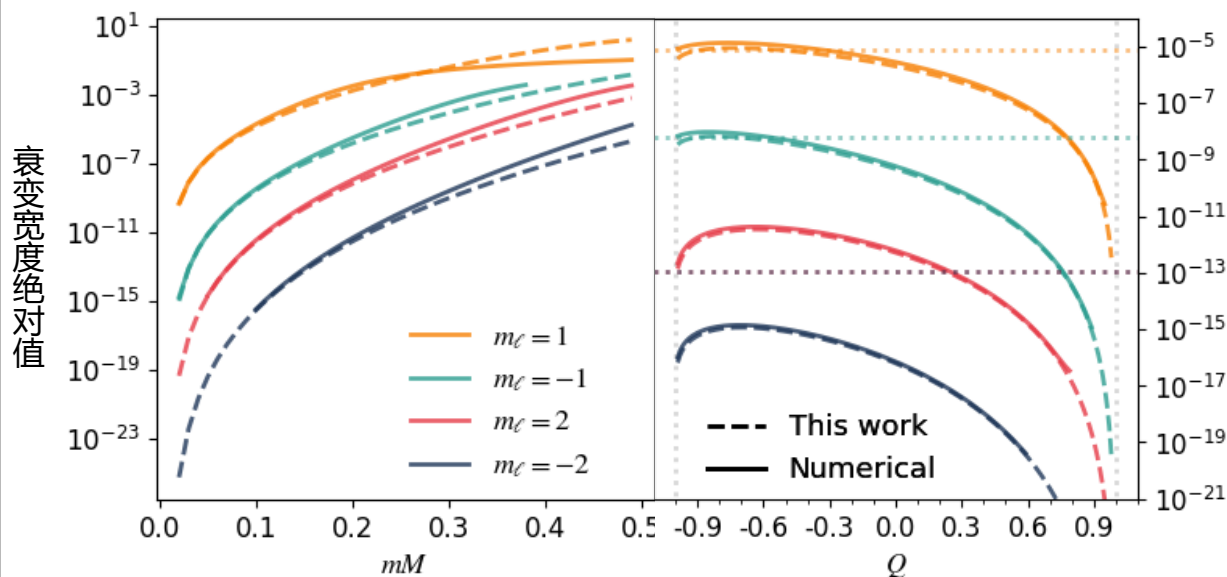
PRD 111, 12 (2025)

arxiv: 2607.08258

1. 研究弯曲时空中的费米子场动力学以及自旋-引力耦合的理论框架
2. 唯象学上, 为研究轻费米子暗物质的天文观测信号提供理论依据

改进准束缚态能谱的解析表达式: 观察到黑洞附近超轻费米子的能谱精细结构, 并得到了最精确的衰变宽度解析公式

$$\frac{\omega}{m} \approx 1 - \frac{(mM - qQ)^2}{2\bar{n}^2} + \frac{(mM - qQ)^3}{2\bar{n}^3} \left(\frac{3mM - qQ}{\ell} - \frac{15mM - 3qQ}{4\bar{n}} \right) - i(4bmM)^{2\tilde{\ell}_0} (mM - qQ)^{2\tilde{\ell}_0 + 2 - s} \left[1 + \frac{mM - qQ}{2\bar{n}} \left(\frac{9mM - 3qQ}{\ell} + \frac{mM - qQ}{\bar{n}} \right) \right] \Gamma_{n\tilde{\ell}_0 s},$$



恰当的旋量解 + 考虑分量混合的矩阵匹配方案

【近视界】 相对论性、共形	直接求解 Dirac 径向方程	【远场】 非相对论性
$2 \times \text{Hypergeometric } {}_2F_1$		$2 \times \text{Whittaker } W$

考虑准束缚态的贡献, 准确描述系统的晚期演化行为: 质量阈值附近大量长寿命、小动量的QBS模共同贡献晚期修正指数律行为

准束缚态的贡献

$$G_{\text{cut}} \sim_{\text{far}} \frac{e^{-\eta t^{1/3}}}{t^{5/6}} e^{i(mt + \frac{\eta}{\sqrt{3}} t^{1/3})} + \frac{1}{t^{5/6}} e^{i(mt + \frac{2\eta}{\sqrt{3}} t^{1/3})} + (\text{c.c.})$$

