

一．过程的末态

$\psi(2S) \rightarrow \pi^0 \pi^0 J/\psi$

π^0 寿命极短，主要衰变为两个光子

J/ψ粒子有着多种衰变方式，包括强衰变，电磁衰变和辐射衰变等。由于研究电磁衰变的理论较为成熟，且本底较为干净，我们通常把电磁衰变产生的 e^+e^- 或 $\mu^+\mu^-$ 作为末态

则该过程末态为两个轻子和四个光子

二．分支比的计算公式

分支比的通用公式

$$B(X \rightarrow f) = \frac{N^{sig}}{\epsilon \cdot N^X}$$

其中 N^{sig} 有

$$N^{sig} = N^{obs} - N^{bkg}$$

则分支比

$$B(X \rightarrow f) = \frac{N^{obs} - N^{bkg}}{\epsilon \cdot N^X}$$

其中 ϵ 由蒙特卡洛模拟得到， N^{bkg} 由本底分析得到， N^X 为产生的总事例数， N^{obs} 为探测到的总事例数，最终可算出分支比。

三．事例选择

首先对事例产生的径迹数进行筛选，即筛选

$$n_{Good} \geq 4$$

1.筛选带电轻子对

先对轻子的径迹进行筛选，对于轻子的螺旋形径迹，取其 xy 平面上与碰撞点之间的距离 Vr，在 z 轴上的距离 Vz。取

$$|V_z| < 10\text{cm} \quad |V_r| < 1\text{cm}$$

在理想状态下，轻子的径迹应该为以加速器 z 轴为中心的螺旋，则约束其径迹与 z 轴夹角余弦值 $\cos \theta$ ，取

$$|\cos \theta| < 0.93$$

衰变过程中质量不变，则一个 J/ψ粒子产生的两个轻子质量之和应仍与母粒子质量差不多，由于 J/ψ粒子质量在 3.097 GeV/c²附近，则对不变质量进行约束

$$2.5\text{GeV}/c^2 < M < 3.5\text{GeV}/c^2$$

由于 J/ψ粒子整体呈电中性，则轻子电荷之和应为零

$$n_{charge} = 0$$

即可得到 e^-e^+ 对和 $\mu^- \mu^+$ 对。

2.筛选光子对

首先对光子能量范围进行约束，排除低能噪声，同时确保光子落在探测器效率良好的区域，取

$$|\cos \theta| < 0.86, \quad E_\gamma > 25 \text{ MeV}$$

$$0.86 < |\cos \theta| < 0.92, E_\gamma > 50 \text{ MeV}$$

若 $|\cos \theta| > 0.92$ ，由于该区域接近束流管道，直接弃用。

对时间窗口进行约束，即要求检测到光子的时间与碰撞发生的时间差在某范围内

$$\delta t < 700\text{ns}$$

4C-Fit(四动量约束运动学拟合)

将一个事例产生的四个光子两两配对，在配对过程中将所有可能的组合按最小二乘法拟合，对每个组合得出一个 χ^2 ，对 χ^2 大小进行约束

$$\chi^2 < 50$$

得到候选的光子对。