

1. 这个过程的末态是什么？

探测末态为：一对正负轻子和四个光子 ($l^+l^-4\gamma$)。

两个 π^0 发生电磁衰变 $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ ，共产生 4 个光子。 J/ψ 衰变为一对正负轻子 (即 e^+e^- 或 $\mu^+\mu^-$ ，统记为 l^+l^-)。

2. 分支比的计算公式？

分支比通用计算公式：

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

针对本通道 $\psi(2S) \rightarrow \pi^0\pi^0 J/\psi$ (其中 $J/\psi \rightarrow l^+l^-$ ， $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$)，具体计算公式为：

$$\mathcal{B}(\psi(2S) \rightarrow \pi^0\pi^0 J/\psi) = \frac{N^{\text{sig}}}{\epsilon \cdot N^{\psi(2S)} \cdot \mathcal{B}^2(\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma) \cdot \mathcal{B}(J/\psi \rightarrow l^+l^-)}$$

其中各物理量定义：

- N^{sig} : 净信号事例数 ($N_{\text{obs}} - N_{\text{bkg}}$)。
- $N^{\psi(2S)}$: $\psi(2S)$ 母粒子总事例数。
- ϵ : 该通道的探测与选择效率。
- $\mathcal{B}(\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma)$: $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ 的衰变分支比。
- $\mathcal{B}(J/\psi \rightarrow l^+l^-)$: $J/\psi \rightarrow l^+l^-$ 的衰变分支比。

3. 事例选择？

针对中性通道末态 $l^+l^-4\gamma$ 的事例选择条件：

- 带电径迹基本判据
 - $|V_z| < 10 \text{ cm}$
 - $|V_r| < 1 \text{ cm}$
 - $|\cos \theta| < 0.80$
 - $p < 2.0 \text{ GeV}/c$

- 径迹数与光子数限制
 - 好带电径迹数: $N_{\text{good}} = 2$
 - 好中性光子数: $N_{\gamma} \geq 4$
- 好光子选择条件
 - 桶部电磁量能器: $E_{\gamma} > 25 \text{ MeV}$
 - 端盖电磁量能器: $E_{\gamma} > 50 \text{ MeV}$
- π^0 重建
 - 组合方式: 对好光子进行两两组合, 通过最小化 $|M_{\gamma\gamma} - M_{\pi^0}|$ 重建两个 π^0 。
 - 质量窗: $0.11 \text{ GeV}/c^2 \leq M_{\gamma\gamma} \leq 0.15 \text{ GeV}/c^2$
- J/ψ 重建
 - 反弹质量窗: $3.05 \text{ GeV}/c^2 \leq M_{\pi^0\pi^0}^{\text{rec}} \leq 3.15 \text{ GeV}/c^2$
- 轻子鉴别
 - 缪子通道 ($\mu^+\mu^-$): $[E/p]^+ < 0.26$ 且 $[E/p]^- < 0.26$
 - 电子通道 (e^+e^-): $[E/p]^+ > 0.80$ 或 $[E/p]^- > 0.80$, 或满足 $\sqrt{([E/p]^+ - 1)^2 + ([E/p]^- - 1)^2} < 0.4$
- 运动学及质量窗限制
 - 实验室系下轻子对夹角: $\cos \theta_{l+l^-} < -0.95$
 - e^+e^- 不变质量窗: $2.7 \text{ GeV}/c^2 < m_{e^+e^-} < 3.2 \text{ GeV}/c^2$
 - $\mu^+\mu^-$ 不变质量窗: $3.0 \text{ GeV}/c^2 < m_{\mu^+\mu^-} < 3.2 \text{ GeV}/c^2$