



中国科学院高能物理研究所
Institute of High Energy Physics
Chinese Academy of Sciences

BES III

2022年5月-8月研究生考核报告

报告人：邵立港

导师：娄辛丑，黄燕萍

实验物理中心高能量组

目录

目前正在参与BESIII上的物理分析工作

- $\Psi' \rightarrow \gamma\chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+\pi^-\eta'$ 分析
- $J/\psi \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-$ 分析
- $J/\psi \rightarrow \gamma\pi^0\pi^0\eta'$ 分析

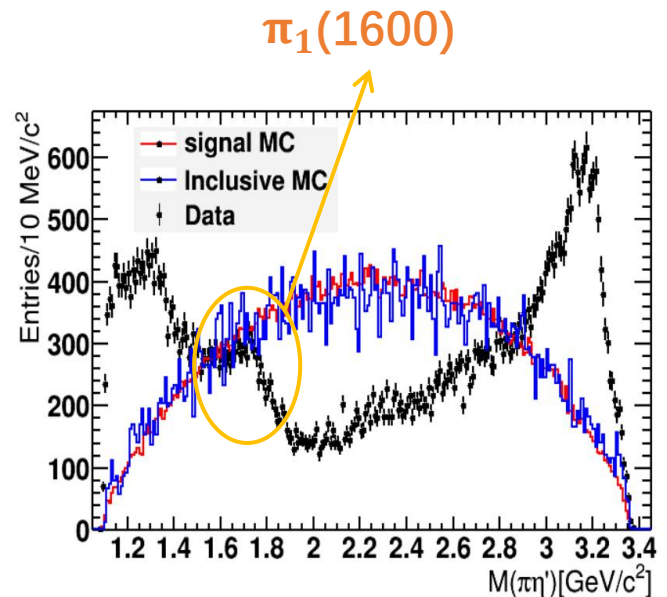
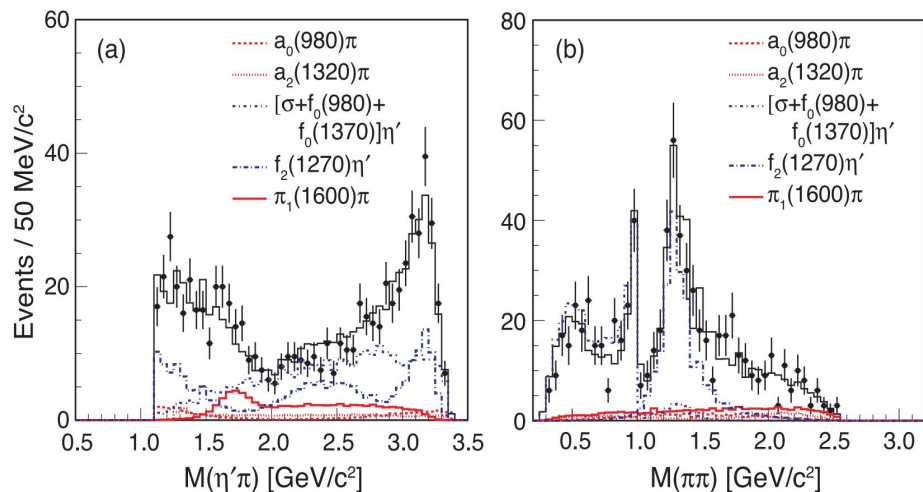
$\psi' \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$ 分析

➤ 研究动机

- 用分波分析方法寻找和研究 $\psi' \rightarrow \gamma \chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$ 过程中的混杂态候选者 $\pi_1(1600)$ 。

➤ 研究进展

- 在今年夏季的 [BESIII Collaboration Meeting](#) 报告初步结果。
- 目前正在优化最佳解
 - 要求最佳解的所有共振态显著性超过5倍 σ 。
 - 加入可能的PDG共振态进行测试。
 - 预计很快可以拿到最新解结果。

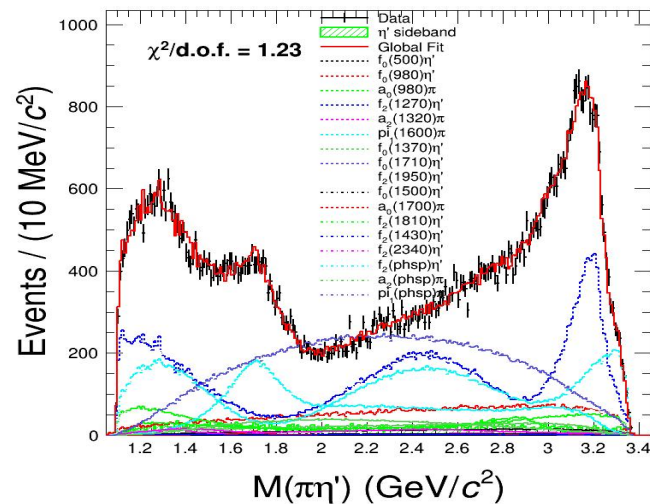
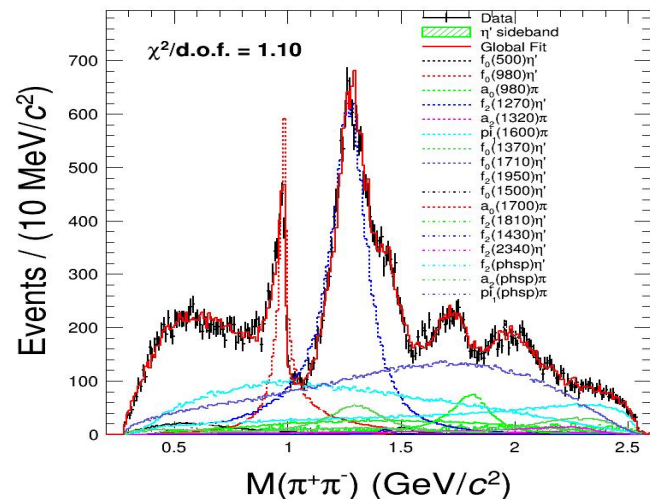


$\psi' \rightarrow \gamma\chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+\pi^-\eta'$ 分析

➤ 目前的分波解

state	J^{PC}	Decay Mode	Mass [GeV]	Width [GeV]	Significance
$f_0(500)$	0^{++}	$\pi^+\pi^-$	/	/	9.23σ
$f_0(980)$	0^{++}	$\pi^+\pi^-$	/	/	$\gg 30\sigma$
$a_0(980)$	0^{++}	$\pi^\pm \eta'$	/	/	12.19σ
$f_2(1270)$	2^{++}	$\pi^+\pi^-$	1.2755	0.1867	$\gg 30\sigma$
$a_2(1320)$	2^{++}	$\pi^\pm \eta'$	1.3220	0.1190	6.60σ
$\pi_1(1600)$	1^{-+}	$\pi^\pm \eta'$	1.7012	0.3252	23.28σ
$f_0(1370)$	0^{++}	$\pi^+\pi^-$	1.2973	0.3000	13.10σ
$f_0(1500)$	0^{++}	$\pi^+\pi^-$	1.5060	0.1120	10.05σ
$a_0(1700)$	0^{++}	$\pi^\pm \eta'$	1.7040	0.110	9.35σ
$f_2(1950)$	2^{++}	$\pi^+\pi^-$	1.9360	0.4420	17.16σ
$f_2(1430)$	2^{++}	$\pi^+\pi^-$	1.4300	0.0460	5.75σ
$f_2(1810)$	0^{++}	$\pi^+\pi^-$	1.8150	0.1970	13.75σ
$f_2(2340)$	0^{++}	$\pi^+\pi^-$	2.3450	0.3220	5.00σ
$f_2(\text{phsp})$	0^{++}	$\pi^+\pi^-$	1.8000	150	17.33σ
$a_2(\text{phsp})$	0^{++}	$\pi^\pm \eta'$	1.8000	150	10.51σ
$\pi_1(\text{phsp})$	1^{-+}	$\pi^\pm \eta'$	1.8000	150	16.21σ

➤ $M(\pi^+\pi^-)$ 和 $M(\pi\eta')$ 投影图



$J/\psi \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-$ 分析

➤ 研究动机

- 通过 $J/\psi \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-$ 过程研究 BESIII 电磁量能器的光子探测性能。

➤ 研究进展

- 研究和初步确定选择条件
 - 利用 μ id 压低绝大多数非缪子本底。
 - 利用运动学拟合以及反冲光子能量压低 $J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-$ 过程。
 - 利用 $\mu^+\mu^-$ 径迹夹角以及反冲光子方向压低 $J/\psi \rightarrow \gamma\gamma\mu^+\mu^-$ 过程。
 - Inclusive MC 显示本底率在 0.65% 左右。
- 计划得到电磁量能器光子探测效率分布并研究光子在其中的行为特征。

$$\varepsilon = \frac{N_{\text{Shower}}^{\text{found}}}{N_{\text{shower}}^{\text{found}} + N_{\text{shower}}^{\text{not-found}}}$$

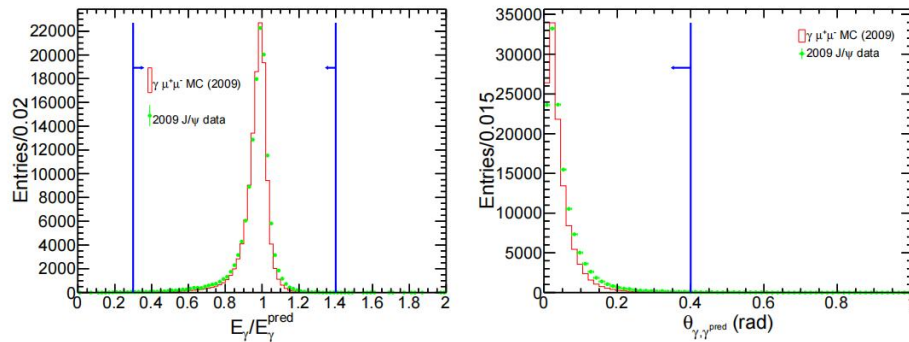


Table 1: Decay trees and their respective final states.

rowNo	decay tree	decay final state	iDcyTr	nEtr	nCEtr
1	$J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma^f$	$\mu^+\mu^-\gamma^f$	0	306	306
2	$J/\psi \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma^f\gamma^f$	$\mu^+\mu^-\gamma^f\gamma^f$	1	2	308

$J/\psi \rightarrow \gamma\pi^0\pi^0\eta'$ 分析

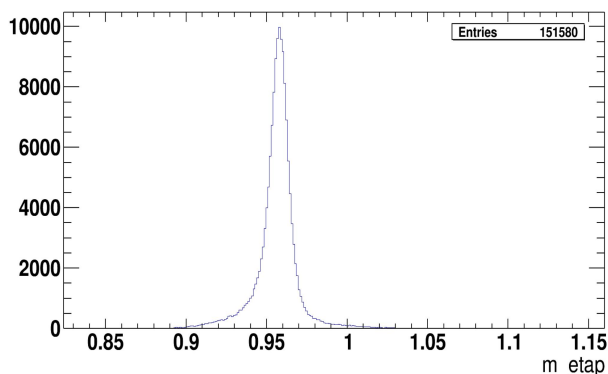
➤ 研究动机

- 寻找和研究 $J/\psi \rightarrow \gamma\pi^0\pi^0\eta'$ 过程中 $X(2370)$ 等可能的共振态。

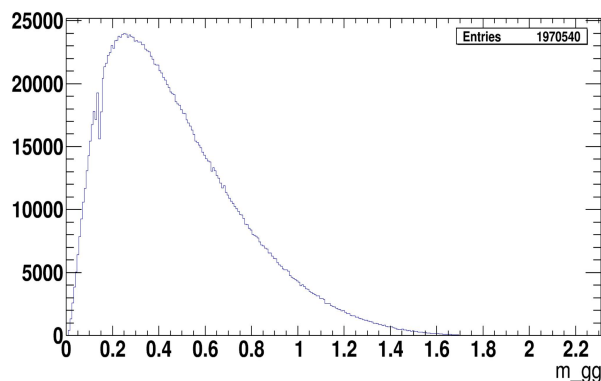
➤ 研究进展

- 完成事例选择脚本
- 目前正在通过MC模拟研究选择条件以及末态光子的误组合率。
 - 误组合主要来源于来自 η' 和来自 π^0 的光子。

$$R_{unmatch}(\gamma) = \frac{N_{unmatch}}{N_{rec}} = 3.2\%$$



信号蒙特卡罗模拟的 η' 不变质量谱



信号蒙特卡罗模拟的 $\gamma\gamma$ 不变质量谱

总结

- $\psi' \rightarrow \gamma\chi_{c1}, \chi_{c1} \rightarrow \pi^+\pi^-\eta'$ 分析
 - 在今年夏季的[BESIII Collaboration Meeting](#)报告初步结果。
 - 目前正在优化最佳解。
- $J/\psi \rightarrow \gamma\mu^+\mu^-$ 分析
 - 研究和初步确定选择条件。
 - 计划得到电磁量能器光子探测效率分布并研究光子的行为特征。
- $J/\psi \rightarrow \gamma\pi^0\pi^0\eta'$ 分析
 - 完成事例选择脚本。
 - 目前研究信号过程的光子误组合问题。

Thanks

Mis-Combination

- Match method:

1. Perform a triple loop over all good photons to minimize the value

$$\Delta = \sqrt{\sum_{k=0}^3 \left(\sum_{j=0}^{j<4} (P_j^{rec}(i_k) - P_j^{gen}(\gamma_k))^2 \right)}$$

, where P_j^{rec} and P_j^{gen} are four momentum of photon in reconstructed and generated level respectively, i.e, when $j = 0, 1, 2, 3, \dots$ the corresponding P_j stands for E, P_x, P_y, P_z respectively. $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots$ represent the radiative photon and two photons of η in generated level. i_1, i_2, i_3, \dots are three different index of photons in the good photons list in reconstructed level.

2. Label the 3 good photons combination that makes Δ minimum with the index $i_1^{match}, i_2^{match}, i_3^{match}, \dots$ and assume them as the real index of the radiative photon and two photons of η . We label 3 photons after event selection with index $i_1^{rec}, i_2^{rec}, i_3^{rec}, \dots$. If $i_1^{match}, i_2^{match}, i_3^{match}, \dots$ do not match exactly with $i_1^{rec}, i_2^{rec}, i_3^{rec}, \dots$, we consider that this event exists mis-combination.
3. Define mis-combination ratio $R_{unmatch}(\gamma) = \frac{N_{unmatch}}{N_{rec}}$, where $N_{unmatch}$ is number of events that suffer mis-combination, N_{rec} is number of total events that pass selection.