

Introduzione alla masterclass dell'esperimento ALICE

L. Micheletti, L. Barioglio, C. Oppedisano

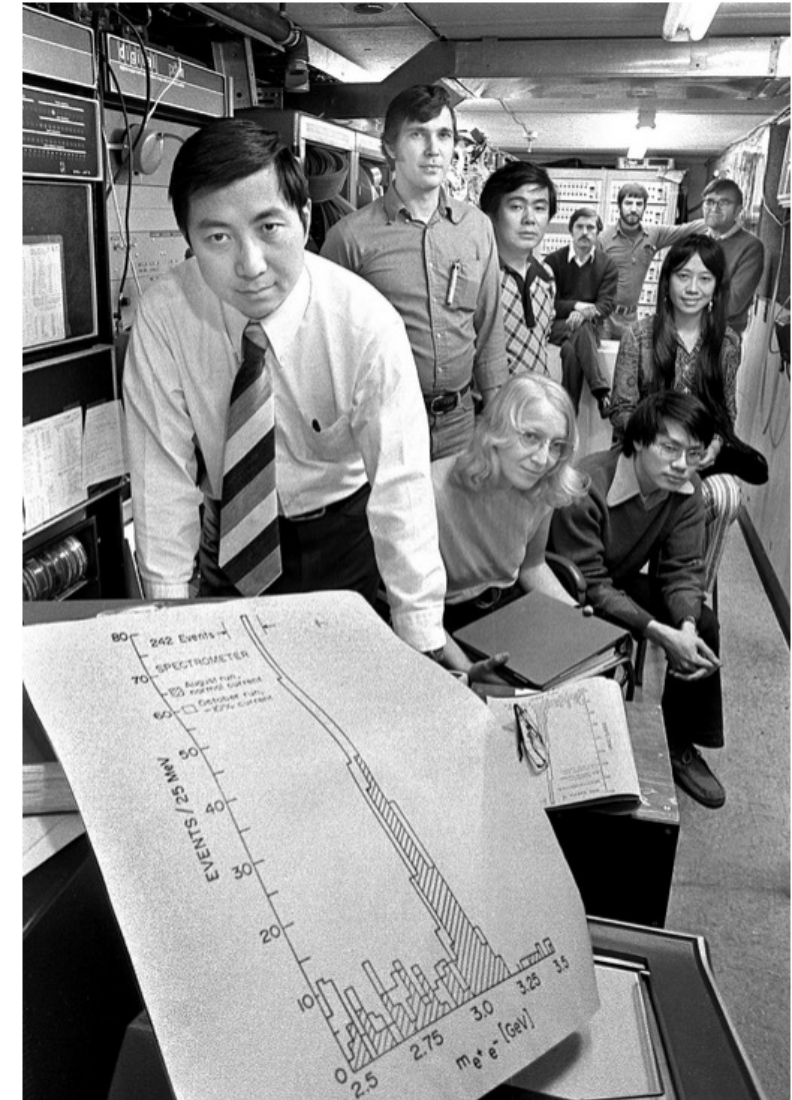
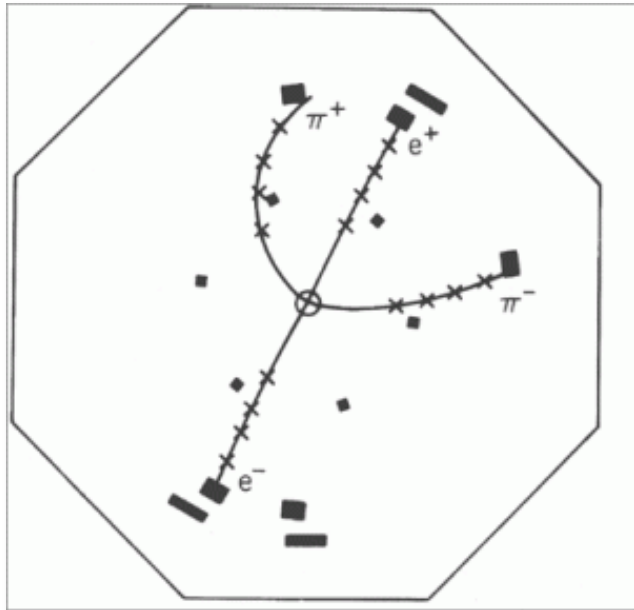


ALICE



Un po' di storia: la scoperta della J/ ψ

- J/ ψ : particella formata da 2 quark charm ($c\bar{c}$)
- Scoperta da B. Richter e S. Ting nel 1974
- Prima osservazione di una particella con quark charm!
- Nome singolare:
 - J: ideogramma cinese (J=Ting)
 - ψ : forma del decadimento osservato



Il decadimento della J/ψ

J/ψ(1S) DECAY MODES		
Mode	Fraction (Γ_i/Γ)	Scale factor/ Confidence level
Γ_1 hadrons	(87.7 ± 0.5) %	
Γ_2 virtual $\gamma \rightarrow$ hadrons	(13.46 ± 0.07) %	
Γ_3 ggg	(64.1 ± 1.0) %	
Γ_4 γgg	(8.8 ± 1.1) %	
Γ_5 e^+e^-	(5.971 ± 0.032) %	
Γ_6 $e^+e^-\gamma$	[a] (8.8 ± 1.4) × 10 ⁻³	
Γ_7 $\mu^+\mu^-$	(5.961 ± 0.033) %	
Γ_8 $e^+e^-e^+e^-$	(5.5 ± 0.5) × 10 ⁻⁵	
Γ_9 $e^+e^-\mu^+\mu^-$	(3.53 ± 0.26) × 10 ⁻⁵	
Γ_{10} $\mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$	(1.11 ± 0.11) × 10 ⁻⁶	
Decays involving hadronic resonances		
Γ_{11} $\rho\pi$	(1.88 ± 0.12) %	S=2.6
Γ_{12} $\rho^0\pi^0$	(6.2 ± 0.6) × 10 ⁻³	
Γ_{13} $a_2(1320)^0\pi^+\pi^- \rightarrow$ $2(\pi^+\pi^-)\pi^0$	(2.8 ± 0.6) × 10 ⁻³	
Γ_{14} $a_2(1320)^+\pi^-\pi^0 + c.c. \rightarrow$ $2(\pi^+\pi^-)\pi^0$	(3.7 ± 0.7) × 10 ⁻³	
Γ_{15} $a_2(1320)\rho$	(1.09 ± 0.22) %	
Γ_{16} $\eta\pi^+\pi^-$	(3.8 ± 0.7) × 10 ⁻⁴	
Γ_{17} $\eta\rho$	(1.93 ± 0.23) × 10 ⁻⁴	
Γ_{18} $\eta\pi^+\pi^-\pi^0$	(1.17 ± 0.20) %	
Γ_{19} $\eta\pi^+\pi^-3\pi^0$	(4.9 ± 1.0) × 10 ⁻³	
Γ_{20} $\eta\phi(2170) \rightarrow \eta\phi f_0(980) \rightarrow$ $\eta\phi\pi^+\pi^-$	(1.2 ± 0.4) × 10 ⁻⁴	
Γ_{21} $\eta\phi(2170) \rightarrow$ $\eta K^*(892)^0 \bar{K}^*(892)^0$	< 2.52 × 10 ⁻⁴	CL=90%
Γ_{22} ηK^+K^-	(8.6 ± 3.0) × 10 ⁻⁴	
Γ_{23} $\eta K^\pm K_S^0 \pi^\mp$	[b] (2.2 ± 0.4) × 10 ⁻³	
Γ_{24} $\eta K^*(892)^0 \bar{K}^*(892)^0$	(1.15 ± 0.26) × 10 ⁻³	
Γ_{25} $\rho\eta'(958)$	(8.1 ± 0.8) × 10 ⁻⁵	S=1.6
Γ_{26} $\rho^\pm\pi^\mp\pi^+\pi^-2\pi^0$	(2.8 ± 0.8) %	
Γ_{27} $\rho^+\rho^-\pi^+\pi^-\pi^0$	(6 ± 4) × 10 ⁻³	
Γ_{28} $\rho^+K^+K^-\pi^- + c.c. \rightarrow$ $K^+K^-\pi^+\pi^-\pi^0$	(3.5 ± 0.8) × 10 ⁻³	



Il decadimento della J/ψ

Γ ₂₉	$\rho^\mp K^\pm K_S^0$	$(1.9 \pm 0.4) \times 10^{-3}$
Γ ₃₀	$h_1(1415)\eta' \rightarrow \gamma\eta\eta'$	
Γ ₃₁	$h_1(1595)\eta' \rightarrow \gamma\eta\eta'$	
Γ ₃₂	$\rho(1450)\pi$	
Γ ₃₃	$\rho(1450)\pi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$	
Γ ₃₄	$\rho(1450)^\pm \pi^\mp \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\mp$	
Γ ₃₅	$\rho(1450)^0 \pi^0 \rightarrow K^+ K^- \pi^0$	
Γ ₃₆	$\rho(1450)\eta'(958) \rightarrow \pi^+\pi^-\eta'(958)$	
Γ ₃₇	$\rho(1700)\pi$	
Γ ₃₈	$\rho(1700)\pi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$	
Γ ₃₉	$\rho(2150)\pi$	
Γ ₄₀	$\rho(2150)\pi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$	
Γ ₄₁	$\rho_3(1690)\pi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$	
Γ ₄₂	$\omega\pi^0$	
Γ ₄₃	$\omega\pi^0 \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$	
Γ ₄₄	$\omega\pi^+\pi^-$	
Γ ₄₅	$\omega\pi^0\pi^0$	
Γ ₄₆	$\omega 3\pi^0$	
Γ ₄₇	$\omega f_2(1270)$	
Γ ₄₈	$\omega\eta$	
Γ ₄₉	$\omega\pi^+\pi^-\pi^0$	
Γ ₅₀	$\omega\pi^0\eta$	
Γ ₅₁	$\omega\pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$	
Γ ₅₂	$\omega\pi^+\pi^-\pi^0$	
Γ ₅₃	$\omega\eta'\pi^+\pi^-$	
Γ ₅₄	$\omega\eta'(958)$	
Γ ₅₅	$\omega f_0(980)$	
Γ ₅₆	$\omega f_0(1710) \rightarrow \omega K\bar{K}$	
Γ ₅₇	$\omega f_1(1420)$	
Γ ₅₈	$\omega f_2'(1525)$	
Γ ₅₉	$\omega X(1835) \rightarrow \omega p\bar{p}$	
Γ ₆₀	$\omega K^+ K^- \eta$	
Γ ₆₁	$\omega X(1835), X \rightarrow \eta'\pi^+\pi^-$	
Γ ₆₂	$\omega K^+ K^-$	
Γ ₆₃	$\omega K^\pm K_S^0 \pi^\mp$	
Γ ₆₄	$\omega K\bar{K}$	
Γ ₆₅	$\omega K^*(892)\bar{K} + c.c.$	
Γ ₆₆	$\eta' K^* \pm K^\mp$	
Γ ₆₇	$\eta' K^* 0 \bar{K}^0 + c.c.$	
Γ ₆₈	$\eta' h_1(1415) \rightarrow \eta' K^* \bar{K} + c.c.$	
Γ ₆₉	$\eta' h_1(1415) \rightarrow \eta' K^* \pm K^\mp$	
Γ ₇₀	$\eta' h_1(1415) \rightarrow \gamma\eta'\eta'$	

Γ ₇₁	$\bar{K} K^*(892) + c.c.$	
Γ ₇₂	$\bar{K} K^*(892) + c.c. \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\mp$	
Γ ₇₃	$K^+ K^*(892)^- + c.c.$	
Γ ₇₄	$K^+ K^*(892)^- + c.c. \rightarrow K^+ K^- \pi^0$	
Γ ₇₅	$K^+ K^*(892)^- + c.c. \rightarrow K^0 K^\pm \pi^\mp + c.c.$	
Γ ₇₆	$K^0 \bar{K}^*(892)^0 + c.c.$	
Γ ₇₇	$K^0 \bar{K}^*(892)^0 + c.c. \rightarrow K^0 K^\pm \pi^\mp + c.c.$	
Γ ₇₈	$\bar{K}^*(892)^0 K^+ \pi^- + c.c.$	
Γ ₇₉	$K^*(892)^\pm K^\mp \pi^0$	
Γ ₈₀	$K^*(892)^+ K_S^0 \pi^- + c.c.$	
Γ ₈₁	$K^*(892)^+ K_S^0 \pi^- + c.c. \rightarrow K_S^0 K_S^0 \pi^+ \pi^-$	
Γ ₈₂	$K^*(892)^0 K^- \pi^+ + c.c. \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$	
Γ ₈₃	$K^*(892)^0 K_S^0 \rightarrow \gamma K_S^0 K_S^0$	
Γ ₈₄	$K^*(892)^0 K_S^0 \pi^0$	
Γ ₈₅	$K^*(892)^\pm K^*(700)^\mp$	
Γ ₈₆	$K^*(892)^0 \bar{K}^*(892)^0$	
Γ ₈₇	$K^*(892)^\pm K^*(892)^\mp$	
Γ ₈₈	$K_1(1400)^\pm K^\mp$	
Γ ₈₉	$K^*(1410)\bar{K} + c.c.$	
Γ ₉₀	$K^*(1410)\bar{K} + c.c. \rightarrow K^\pm K^\mp \pi^0$	
Γ ₉₁	$K^*(1410)K + c.c. \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\mp$	
Γ ₉₂	$K_2^*(1430)\bar{K} + c.c.$	
Γ ₉₃	$K_2^*(1430)\bar{K} + c.c. \rightarrow K^\pm K^\mp \pi^0$	
Γ ₉₄	$K_2^*(1430)K + c.c. \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\mp$	
Γ ₉₅	$\bar{K}_2^*(1430)K + c.c.$	
Γ ₉₆	$K_2^*(1430)^+ K^- + c.c. \rightarrow K^+ K^- \pi^0$	
Γ ₉₇	$K_2^*(1430)^0 K^- \pi^+ + c.c. \rightarrow K^+ K^- \pi^+ \pi^-$	
Γ ₉₈	$K_2^*(1430)^+ K_S^0 \pi^- + c.c.$	
Γ ₉₉	$K_2^*(1430)^0 K^*(892)^0 + c.c.$	

J/ψ(1S) DECAY MODES

Γ ₁₀₀	$K_2^*(1430)^- K^*(892)^+ + c.c.$	$(3.4 \pm 2.9) \times 10^{-3}$	
Γ ₁₀₁	$K_2^*(1430)^- K^*(892)^+ + c.c. \rightarrow K^*(892)^+ K_S^0 \pi^- + c.c.$	$(4 \pm 4) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₀₂	$K_2^*(1430)^0 \bar{K}_2^*(1430)^0$	$< 2.9 \times 10^{-3}$	CL=90%
Γ ₁₀₃	$\bar{K}_2^*(1770)^0 K^*(892)^0 + c.c. \rightarrow K^*(892)^0 K^- \pi^+ + c.c.$	$(6.9 \pm 0.9) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₀₄	$K_2^*(1980)^+ K^- + c.c. \rightarrow K^+ K^- \pi^0$	$(1.10 \pm 0.60) \times 10^{-5}$	
Γ ₁₀₅	$K_4^*(2045)^+ K^- + c.c. \rightarrow K^+ K^- \pi^0$	$(6.2 \pm 2.9) \times 10^{-6}$	
Γ ₁₀₆	$K_1(1270)^\pm K^\mp$	$< 3.0 \times 10^{-3}$	CL=90%
Γ ₁₀₇	$K_1(1270) K_S^0 \rightarrow \gamma K_S^0 K_S^0$	$(8.5 \pm 2.5) \times 10^{-7}$	
Γ ₁₀₈	$a_2(1320)^\pm \pi^\mp$	$[b] < 4.3 \times 10^{-3}$	CL=90%
Γ ₁₀₉	$\phi\pi^0$	3×10^{-6} or 1×10^{-7}	
Γ ₁₁₀	$\phi\pi^+\pi^-$	$(9.4 \pm 1.5) \times 10^{-4}$	S=1.7
Γ ₁₁₁	$\phi\pi^0\pi^0$	$(4.9 \pm 1.0) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₁₂	$\phi 2(\pi^+\pi^-)$	$(1.60 \pm 0.32) \times 10^{-3}$	
Γ ₁₁₃	$\phi\eta$	$(7.4 \pm 0.6) \times 10^{-4}$	S=1.2
Γ ₁₁₄	$\phi\eta'(958)$	$(4.6 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	S=2.2
Γ ₁₁₅	$\phi\eta\eta'$	$(2.32 \pm 0.17) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₁₆	$\phi f_0(980)$	$(3.2 \pm 0.9) \times 10^{-4}$	S=1.9
Γ ₁₁₇	$\phi f_0(980) \rightarrow \phi\pi^+\pi^-$	$(2.58 \pm 0.34) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₁₈	$\phi f_0(980) \rightarrow \phi\pi^0\pi^0$	$(1.7 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₁₉	$\phi\pi^0 f_0(980) \rightarrow \phi\pi^0\pi^+\pi^-$	$(4.5 \pm 1.0) \times 10^{-6}$	
Γ ₁₂₀	$\phi\pi^0 f_0(980) \rightarrow \phi\pi^0\rho^0\pi^0$	$(1.7 \pm 0.6) \times 10^{-6}$	
Γ ₁₂₁	$\phi f_0(980)\eta \rightarrow \eta\phi\pi^+\pi^-$	$(3.2 \pm 1.0) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₂₂	$\phi a_0(980)^0 \rightarrow \phi\eta\pi^0$		
Γ ₁₂₃	$\phi(1680)^0\pi^0 \rightarrow \phi\eta\pi^0$	$(6.7 \pm 1.1) \times 10^{-6}$	
Γ ₁₂₄	$X(2000)^0\pi^0 \rightarrow \phi\eta\pi^0$	$(1.70 \pm 0.50) \times 10^{-6}$	
Γ ₁₂₅	$h_1(1900)^0\pi^0 \rightarrow \phi\eta\pi^0$	$(8.4 \pm 1.4) \times 10^{-6}$	
Γ ₁₂₆	$\phi f_2(1270)$	$(3.2 \pm 0.6) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₂₇	$\phi f_1(1285)$	$(2.6 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₂₈	$\phi f_1(1285) \rightarrow \phi\pi^0 f_0(980) \rightarrow \phi\pi^0\pi^+\pi^-$	$(9.4 \pm 2.8) \times 10^{-7}$	
Γ ₁₂₉	$\phi f_1(1285) \rightarrow \phi\pi^0 f_0(980) \rightarrow \phi 3\pi^0$	$(2.1 \pm 2.2) \times 10^{-7}$	
Γ ₁₃₀	$\phi\eta(1405) \rightarrow \phi\eta\pi^+\pi^-$	$(2.0 \pm 1.0) \times 10^{-5}$	
Γ ₁₃₁	$\phi f_2'(1525)$	$(8 \pm 4) \times 10^{-4}$	S=2.7
Γ ₁₃₂	$\phi X(1835) \rightarrow \phi p\bar{p}$	$< 2.1 \times 10^{-7}$	CL=90%
Γ ₁₃₃	$\phi X(1835) \rightarrow \phi\eta\pi^+\pi^-$	$< 2.8 \times 10^{-4}$	CL=90%
Γ ₁₃₄	$\phi X(1870) \rightarrow \phi\eta\pi^+\pi^-$	$< 6.13 \times 10^{-5}$	CL=90%



Il decadimento della J/ψ

J/ψ(1S) DECAY MODES			
Γ ₂₉	$\rho^\mp K^\pm K_S^0$	$(1.9 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	
Γ ₃₀	Γ ₁₃₅ $\phi K \bar{K}$	$(1.77 \pm 0.16) \times 10^{-3}$	S=1.3
Γ ₃₁	Γ ₁₃₆ $\phi f_0(1710) \rightarrow \phi K \bar{K}$	$(2.5 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	
Γ ₃₂	Γ ₁₃₇ $\phi K_S^0 K_S^0$	$(1.5 \pm 0.3) \times 10^{-3}$	
Γ ₃₃	Γ ₂₅₇ $\gamma K_S^0 K_S^0$	$(8.1 \pm 0.4) \times 10^{-4}$	
Γ ₃₄	Γ ₁₃₈ ϕK_S^0	$(7 \pm 4) \times 10^{-4}$	S=2.1
Γ ₃₅	Γ ₁₃₉ ϕK_S^0	$(2.1 \pm 0.6) \times 10^{-3}$	
Γ ₃₆	Γ ₁₄₀ ϕK_S^0	$(4.0 \pm 1.3) \times 10^{-3}$	
	Γ ₁₄₁ $b_1(12340) \rightarrow \gamma K^*(892) \bar{K}^*(892)$	$(1.090 \pm 0.013) \times 10^{-3}$	
	Γ ₁₄₂ $b_1(12340) \rightarrow \gamma \eta$	$(2.14 \pm 0.31) \times 10^{-5}$	
Γ ₃₇	Γ ₁₄₃ $f_2'(1270) \rightarrow \gamma \eta \pi^0$		
Γ ₃₈	Γ ₂₆₃ $\gamma f_0(500) \rightarrow \gamma \pi \pi$		
Γ ₃₉	Γ ₂₆₄ $\gamma f_0(500) \rightarrow \gamma K \bar{K}$		
Γ ₄₀	Γ ₂₆₅ $\gamma f_0(500) \rightarrow \gamma \eta \eta$		
Γ ₄₁	Γ ₂₆₆ $\gamma a_0(980)^0 \rightarrow \gamma \eta \pi^0$	< 2.5	$\times 10^{-6}$ CL=95%
Γ ₄₂	Γ ₂₆₇ $\gamma a_2(1320)^0 \rightarrow \gamma \eta \pi^0$	< 6.6	$\times 10^{-6}$ CL=95%
Γ ₄₃	Γ ₂₆₈ $\gamma \eta \pi \pi$	$(6.1 \pm 1.0) \times 10^{-3}$	
Γ ₄₄	Γ ₂₆₉ $\gamma \eta_2(1870) \rightarrow \gamma \eta \pi^+ \pi^-$	$(6.2 \pm 2.4) \times 10^{-4}$	
Γ ₄₅	Γ ₂₇₀ $\gamma \eta'(958)$	$(5.28 \pm 0.06) \times 10^{-3}$	S=1.3
Γ ₄₆	Γ ₂₇₁ $\gamma f_0(980) \rightarrow \gamma \pi \pi$		
Γ ₄₇	Γ ₂₇₂ $\gamma f_0(980) \rightarrow \gamma K \bar{K}$		
Γ ₄₈	Γ ₂₇₃ $\gamma \rho \rho$	$(4.5 \pm 0.8) \times 10^{-3}$	
Γ ₄₉	Γ ₂₇₄ $\gamma \rho \omega$	< 5.4	$\times 10^{-4}$ CL=90%
Γ ₅₀	Γ ₂₇₅ $\gamma \rho \phi$	< 8.8	$\times 10^{-5}$ CL=90%
Γ ₅₁	Γ ₂₇₆ $\gamma \omega \omega$	$(1.61 \pm 0.33) \times 10^{-3}$	
Γ ₅₂	Γ ₂₇₇ $\gamma \phi \phi$	$(4.0 \pm 1.2) \times 10^{-4}$	S=2.1
Γ ₅₃	Γ ₂₇₈ $\gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma K \bar{K} \pi$	$(2.8 \pm 0.6) \times 10^{-3}$	S=1.6
Γ ₅₄	Γ ₂₇₉ $\gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma \gamma \rho^0$	$(7.8 \pm 2.0) \times 10^{-5}$	S=1.8
Γ ₅₅	Γ ₂₈₀ $\gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma \eta \pi^+ \pi^-$	$(3.0 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	
Γ ₅₆	Γ ₂₈₁ $\gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma \rho^0 \rho^0$	$(1.7 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	S=1.3
Γ ₅₇	Γ ₂₈₂ $\gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma \gamma \phi$	< 8.2	$\times 10^{-5}$ CL=95%
Γ ₅₈	Γ ₂₈₃ $\gamma \eta(1405) \rightarrow \gamma f_0(980) \pi^0 \rightarrow \gamma \pi^+ \pi^- \pi^0$	$(1.50 \pm 0.16) \times 10^{-5}$	
Γ ₅₉	Γ ₂₈₄ $\gamma \eta(1405) \rightarrow \gamma f_0(980) \pi^0 \rightarrow \gamma \pi^0 \pi^0 \pi^0$	$(7.1 \pm 1.1) \times 10^{-6}$	
Γ ₆₀			
Γ ₆₁	Γ ₂₈₅ $\gamma \eta(1405) \rightarrow \gamma \gamma \gamma$	< 2.63	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₆₂	Γ ₂₈₆ $\gamma \eta(1475) \rightarrow \gamma \gamma \gamma$	< 1.86	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₆₃	Γ ₂₈₇ $\gamma \eta(1760) \rightarrow \gamma \rho^0 \rho^0$	$(1.3 \pm 0.9) \times 10^{-4}$	
Γ ₆₄	Γ ₂₈₈ $\gamma \eta(1760) \rightarrow \gamma \omega \omega$	$(1.98 \pm 0.33) \times 10^{-3}$	
Γ ₆₅	Γ ₂₈₉ $\gamma \eta(1760) \rightarrow \gamma \gamma \gamma$	< 4.80	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₆₆	Γ ₂₉₀ $\gamma \eta(2225)$	$(3.14 \pm 0.50 - 0.19) \times 10^{-4}$	
Γ ₆₇	Γ ₂₉₁ $\gamma f_2(1270)$	$(1.63 \pm 0.12) \times 10^{-3}$	S=1.3
Γ ₆₈	Γ ₂₉₂ $\gamma f_2(1270) \rightarrow \gamma K_S^0 K_S^0$	$(2.58 \pm 0.60 - 0.22) \times 10^{-5}$	
Γ ₆₉	Γ ₂₉₃ $\gamma f_1(1285)$	$(6.1 \pm 0.8) \times 10^{-4}$	
Γ ₇₀	Γ ₂₉₄ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma \pi \pi$		
	Γ ₂₉₅ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma K \bar{K}$	$(4.2 \pm 1.5) \times 10^{-4}$	
	Γ ₂₉₆ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma K_S^0 K_S^0$	$(1.1 \pm 0.4) \times 10^{-5}$	
	Γ ₂₉₇ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma \eta \eta$		
Γ ₁₀₀	$K_S^*(1430)^- K^*(892)^+ + c.c.$	$(3.4 \pm 2.9) \times 10^{-3}$	
Γ ₁₀₁	$K_S^*(1430)^- K^*(892)^+ + c.c.$	$(4 \pm 4) \times 10^{-4}$	
Γ ₃₇₀	$\eta(1405) e^+ e^- \rightarrow f_0(980) \pi^0 e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0 e^+ e^-$	$(2.04 \pm 0.22) \times 10^{-7}$	
Γ ₃₇₁	$X(1835) e^+ e^-, X \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$	$(3.58 \pm 0.25) \times 10^{-6}$	
Γ ₃₇₂	$X(2120) e^+ e^-, X \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$	$(8.2 \pm 1.3) \times 10^{-7}$	
Γ ₃₇₃	$\eta(2370) e^+ e^-, \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$	$(1.08 \pm 0.17) \times 10^{-6}$	
Γ ₃₇₄	$\eta U \rightarrow \eta e^+ e^-$	$[g] < 9.11$	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₇₅	$\eta'(958) U \rightarrow \eta'(958) e^+ e^-$	$[g] < 2.0$	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₇₆	$\phi e^+ e^-$	< 1.2	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Weak decays			
Γ ₃₇₇	$D^- e^+ \nu_e + c.c.$	< 7.1	$\times 10^{-8}$ CL=90%
Γ ₃₇₈	$D^- \mu^+ \nu_\mu + c.c.$	< 5.6	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₇₉	$\bar{D}^0 e^+ e^- + c.c.$	< 8.5	$\times 10^{-8}$ CL=90%
Γ ₃₈₀	$D_s^- e^+ \nu_e + c.c.$	< 1.3	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₈₁	$D_s^- e^+ \nu_e + c.c.$	< 1.8	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₈₂	$D^- \pi^+ + c.c.$	< 7.0	$\times 10^{-8}$ CL=90%
Γ ₃₈₃	$D^- \rho^+ + c.c.$	< 6.0	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₈₄	$\bar{D}^0 \pi^0 + c.c.$	< 4.7	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₈₅	$\bar{D}^0 K^0 + c.c.$	< 1.7	$\times 10^{-4}$ CL=90%
Γ ₃₈₆	$\bar{D}^0 \bar{K}^{*0} + c.c.$	< 2.5	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₈₇	$\bar{D}^0 \eta + c.c.$	< 6.8	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₈₈	$\bar{D}^0 \rho^0 + c.c.$	< 5.2	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₈₉	$D_s^- \pi^+ + c.c.$	< 1.3	$\times 10^{-4}$ CL=90%
Γ ₃₉₀	$D_s^- \rho^+ + c.c.$	< 1.3	$\times 10^{-5}$ CL=90%
Charge conjugation (C), Parity (P), Lepton Family number (LF) violating modes			
Γ ₃₉₁	$\gamma \gamma$	C	< 2.7 $\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₉₂	$\gamma \phi$	C	< 1.4 $\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₉₃	$e^\pm \mu^\mp$	LF	< 1.6 $\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₉₄	$e^\pm \tau^\mp$	LF	< 7.5 $\times 10^{-8}$ CL=90%
Γ ₃₉₅	$\mu^\pm \tau^\mp$	LF	< 2.0 $\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₉₆	$\Lambda_c^+ e^- + c.c.$		< 6.9 $\times 10^{-8}$ CL=90%
Other decays			
Γ ₃₉₇	invisible		< 7 $\times 10^{-4}$ CL=90%
Γ ₃₉₈	$\mu^+ \mu^- X^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- + \text{invisible}$		< 2.1 $\times 10^{-4}$ CL=90%
			< 2.8 $\times 10^{-4}$ CL=90%
			< 6.13 $\times 10^{-5}$ CL=90%
			$(1.12 \pm 0.23) \%$
			$(2.120 \pm 0.029) \times 10^{-3}$
			$(1.19 \pm 0.08) \times 10^{-3}$ S=1.1



Il decadimento della J/ψ

J/ψ(1S) DECAY MODES			
Γ ₂₉	$\rho^\mp K^\pm K_S^0$	$(1.9 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	
Γ ₃₀	Γ ₁₃₅ $\phi K \bar{K}$	$(1.77 \pm 0.16) \times 10^{-3}$	S=1.3
Γ ₃₁	Γ ₁₃₆ $\phi f_0(1710) \rightarrow \phi K \bar{K}$	$(2.5 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	
Γ ₃₂	Γ ₁₃₇ $\phi K^+ K^-$	$(1.5 \pm 0.3) \times 10^{-3}$	
Γ ₃₃	Γ ₁₃₈ $\phi K_S^0 K_S^0$	$(8.1 \pm 0.4) \times 10^{-4}$	
Γ ₃₄	Γ ₁₃₉ $\phi K^+ K^- [JPC = 0^{-+}]$	$(7 \pm 4) \times 10^{-4}$	S=2.1
Γ ₃₅	Γ ₁₄₀ $\phi K^+ K^- \pi^+ \pi^-$	$(2.1 \pm 0.6) \times 10^{-3}$	
Γ ₃₆	Γ ₁₄₁ $b_1(12320) \rightarrow \gamma K^*(892) \bar{K}^*(892)$	$(4.0 \pm 1.3) \times 10^{-3}$	
	Γ ₁₄₂ $b_1(12320) \rightarrow \gamma \eta$	$(1.090 \pm 0.013) \times 10^{-3}$	
Γ ₃₇	Γ ₁₄₃ $f_2'(1270) \rightarrow \gamma \eta \pi^0$	$(2.14 \pm 0.31) \times 10^{-5}$	
Γ ₃₈	Γ ₁₄₄ $\Delta(1232) \rightarrow \gamma \pi \pi$		
Γ ₃₉	Γ ₁₄₅ $\Delta(1232) \rightarrow \gamma K \bar{K}$		
Γ ₄₀	Γ ₁₄₆ $\Delta(1232) \rightarrow \gamma \eta \eta$		
Γ ₄₁	Γ ₁₄₇ $\Sigma(1385) \rightarrow \gamma \eta \pi^0$	< 2.5	$\times 10^{-6}$ CL=95%
Γ ₄₂	Γ ₁₄₈ $\Sigma(1385) \rightarrow \gamma \eta \pi^0$	< 6.6	$\times 10^{-6}$ CL=95%
Γ ₄₃	Γ ₁₄₉ $\Sigma(1385) \rightarrow \gamma \eta \pi \pi$	$(6.1 \pm 1.0) \times 10^{-3}$	
Γ ₁₀₀	$K_S^*(1430)^- K^*(892)^+ + c.c.$	$(3.4 \pm 2.9) \times 10^{-3}$	
Γ ₁₀₁	$K_S^*(1430)^- K^*(892)^+ + c.c.$	$(4 \pm 4) \times 10^{-4}$	
Γ ₃₇₀	$\eta(1405) e^+ e^- \rightarrow f_0(980) \pi^0 e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0 e^+ e^-$	$(2.04 \pm 0.22) \times 10^{-7}$	
Γ ₃₇₁	$X(1835) e^+ e^-, X \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$	$(3.58 \pm 0.25) \times 10^{-6}$	
Γ ₃₇₂	$X(2120) e^+ e^-, X \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$	$(8.2 \pm 1.3) \times 10^{-7}$	
Γ ₃₇₃	$\eta(2370) e^+ e^-, \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta'$	$(1.08 \pm 0.17) \times 10^{-6}$	
Γ ₃₇₄	$\eta U \rightarrow \eta e^+ e^-$	$[g] < 9.11$	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₇₅	$\eta'(958) U \rightarrow \eta'(958) e^+ e^-$	$[g] < 2.0$	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₇₆	$\phi e^+ e^-$	< 1.2	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₇₇	$D^- e^+ \nu_e + c.c.$	< 7.1	$\times 10^{-8}$ CL=90%



Tra tutte queste possibilita' scegliamo il decadimento $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$ (B.R. 5.96%)

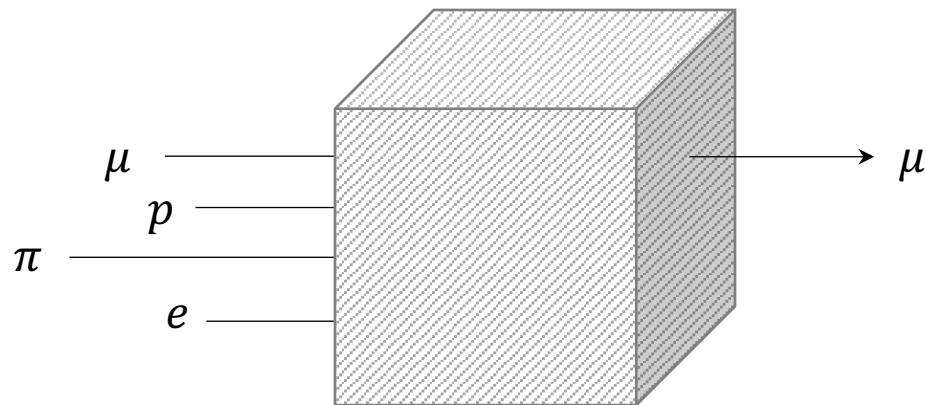
Γ ₁₅₀	Γ ₁₅₆ $\Xi(1530) \rightarrow \gamma \rho \phi$	< 8.8	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₁₅₁	Γ ₁₅₇ $\Xi(1530) \rightarrow \gamma \omega$	$(1.61 \pm 0.33) \times 10^{-3}$	
Γ ₁₅₂	Γ ₁₅₈ $\Xi(1530) \rightarrow \gamma \phi \phi$	$(4.0 \pm 1.2) \times 10^{-4}$	S=2.1
Γ ₁₅₃	Γ ₁₅₉ $\Theta(1640) \rightarrow \gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma K \bar{K} \pi$	$(2.8 \pm 0.6) \times 10^{-3}$	S=1.6
Γ ₁₅₄	Γ ₁₆₀ $\Theta(1640) \rightarrow \gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma \gamma \rho^0$	$(7.8 \pm 2.0) \times 10^{-5}$	S=1.8
Γ ₁₅₅	Γ ₁₆₁ $\Theta(1640) \rightarrow \gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma \eta \pi^+ \pi^-$	$(3.0 \pm 0.5) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₅₆	Γ ₁₆₂ $\Theta(1640) \rightarrow \gamma \eta(1405/1475) \rightarrow \gamma \rho^0 \rho^0$	$(1.7 \pm 0.4) \times 10^{-3}$	S=1.3
Γ ₁₅₇	Γ ₁₆₃ $\Theta(1640) \rightarrow \gamma \eta(1405) \rightarrow \gamma \gamma \phi$	< 8.2	$\times 10^{-5}$ CL=95%
Γ ₁₅₈	Γ ₁₆₄ $\Theta(1640) \rightarrow \gamma \eta(1405) \rightarrow \gamma f_0(980) \pi^0 \rightarrow \gamma \pi^+ \pi^- \pi^0$	$(1.50 \pm 0.16) \times 10^{-5}$	
Γ ₁₅₉	Γ ₁₆₅ $\Theta(1640) \rightarrow \gamma \eta(1405) \rightarrow \gamma f_0(980) \pi^0 \rightarrow \gamma \pi^0 \pi^0 \pi^0$	$(7.1 \pm 1.1) \times 10^{-6}$	
Γ ₁₆₀	Γ ₁₆₆ $2(\pi^+ \pi^+)$	< 2.63	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₁₆₁	Γ ₁₆₇ $3(\pi^+ \pi^+)$	< 1.86	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₁₆₂	Γ ₁₆₈ $\pi^+ \pi^+ \rho^0$	$(1.3 \pm 0.9) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₆₃	Γ ₁₆₉ $\rho^+ \rho^+$	$(1.98 \pm 0.33) \times 10^{-3}$	
Γ ₁₆₄	Γ ₁₇₀ $\rho^+ \rho^+$	< 4.80	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₁₆₅	Γ ₁₇₁ $\pi^+ \eta$	$(3.14 \pm 0.50 - 0.19) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₆₆	Γ ₁₇₂ $2(\pi^+ \pi^+)$	$(1.63 \pm 0.12) \times 10^{-3}$	S=1.3
Γ ₁₆₇	Γ ₁₇₃ $2(\pi^+ \pi^+)$	$(2.58 \pm 0.60 - 0.22) \times 10^{-5}$	
Γ ₁₆₈	Γ ₁₇₄ $3(\pi^+ \pi^+)$	$(6.1 \pm 0.8) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₆₉	Γ ₁₇₅ $3(\pi^+ \pi^+)$	$(4.2 \pm 1.5) \times 10^{-4}$	
Γ ₁₇₀	Γ ₁₇₆ $\gamma f_2(1270) \rightarrow \gamma K_S^0 K_S^0$	$(1.1 \pm 0.4) \times 10^{-5}$	
Γ ₁₇₁	Γ ₁₇₇ $\gamma f_1(1285)$		
Γ ₁₇₂	Γ ₁₇₈ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma \pi \pi$		
Γ ₁₇₃	Γ ₁₇₉ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma K \bar{K}$		
Γ ₁₇₄	Γ ₁₈₀ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma K_S^0 K_S^0$		
Γ ₁₇₅	Γ ₁₈₁ $\gamma f_0(1370) \rightarrow \gamma \eta \eta$		
Γ ₃₈₄	$D^0 \pi^0 + c.c.$	< 4.7	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₈₅	$D^0 K^0 + c.c.$	< 1.7	$\times 10^{-4}$ CL=90%
Γ ₃₈₆	$D^0 \bar{K}^{*0} + c.c.$	< 2.5	$\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₈₇	$D^0 \eta + c.c.$	< 6.8	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₈₈	$D^0 \rho^0 + c.c.$	< 5.2	$\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₈₉	$D_s^- \pi^+ + c.c.$	< 1.3	$\times 10^{-4}$ CL=90%
Γ ₃₉₀	$D_s^- \rho^+ + c.c.$	< 1.3	$\times 10^{-5}$ CL=90%
Charge conjugation (C), Parity (P), Lepton Family number (LF) violating modes			
Γ ₃₉₁	$\gamma \gamma$	C	< 2.7 $\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₉₂	$\gamma \phi$	C	< 1.4 $\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₉₃	$e^\pm \mu^\mp$	LF	< 1.6 $\times 10^{-7}$ CL=90%
Γ ₃₉₄	$e^\pm \tau^\mp$	LF	< 7.5 $\times 10^{-8}$ CL=90%
Γ ₃₉₅	$\mu^\pm \tau^\mp$	LF	< 2.0 $\times 10^{-6}$ CL=90%
Γ ₃₉₆	$\Lambda_c^+ e^- + c.c.$		< 6.9 $\times 10^{-8}$ CL=90%
Other decays			
Γ ₃₉₇	invisible		< 7 $\times 10^{-4}$ CL=90%
Γ ₃₉₈	$\mu^+ \mu^- X^0 \rightarrow \mu^+ \mu^- + \text{invisible}$		< 2.1 $\times 10^{-4}$ CL=90%
			< 2.8 $\times 10^{-4}$ CL=90%
			< 6.13 $\times 10^{-5}$ CL=90%
			$(1.12 \pm 0.23) \%$
			$(2.120 \pm 0.029) \times 10^{-3}$
			$(1.19 \pm 0.08) \times 10^{-3}$ S=1.1

Il decadimento della J/ψ

Perche' tra tutti queste possibilita' scegliere $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$?

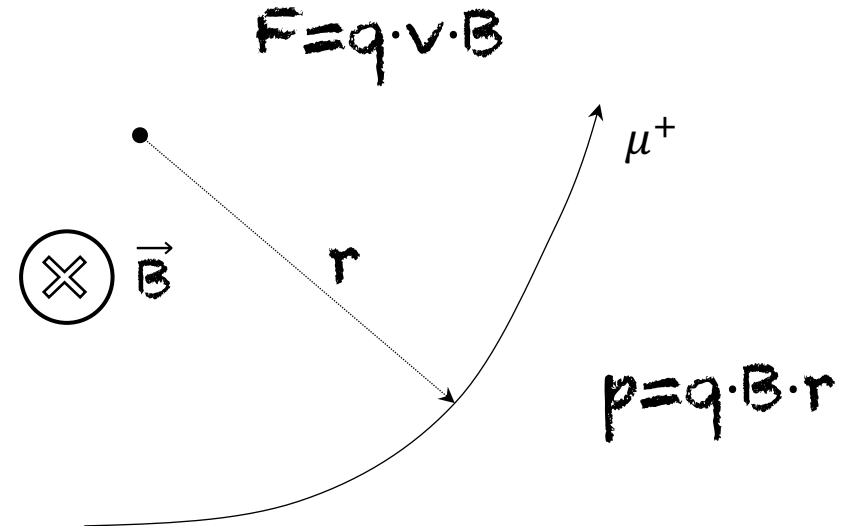
- I muoni possono attraversare indisturbati grandi spessori di materiale

$$m_\mu = 105 \text{ MeV} \sim 200 m_e$$



- I muoni sono semplici da identificare perche' sono gli unici a passare!

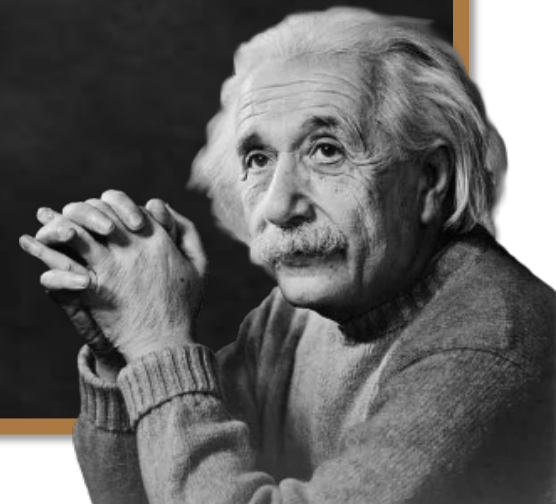
- I muoni hanno **carica elettrica** (positiva o negativa) quindi in un campo magnetico curvano per effetto della forza di Lorentz



- Posso misurarne l'impulso (p) con il mio esperimento

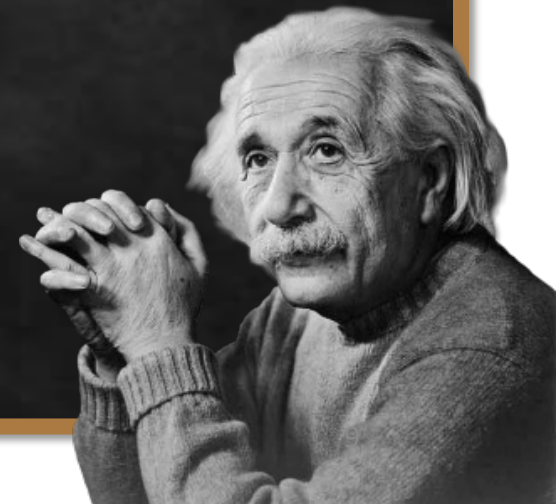
Giusto un po' di calcoli...

$$E = mc^2$$



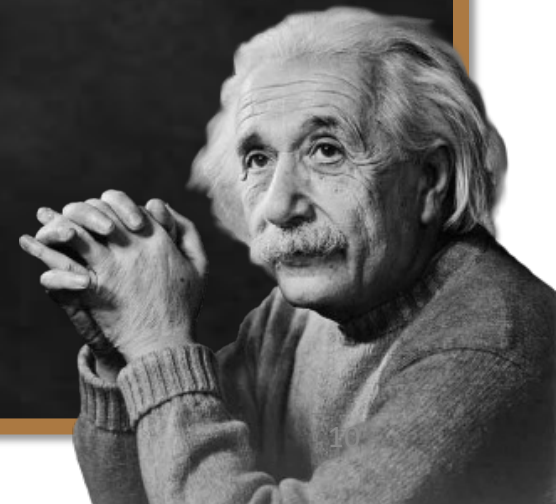
Giusto un po' di calcoli...

$$E = \sqrt{m^2c^4 + p^2c^2}$$



Giusto un po' di calcoli...

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2} \quad \Rightarrow \quad mc^2 = \sqrt{E^2 - p^2 c^2} \quad \text{Massa invariante}$$

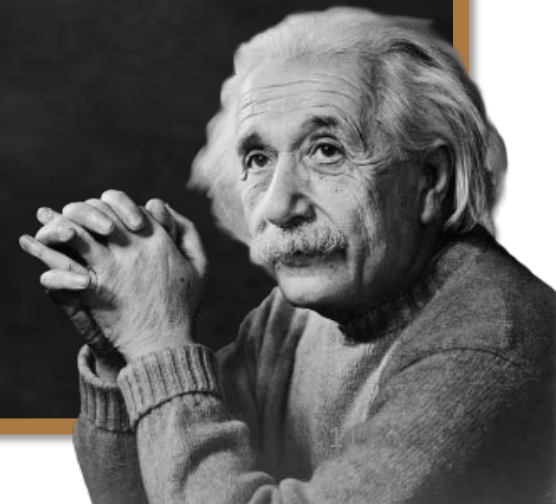


Giusto un po' di calcoli...

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2} \quad \Rightarrow \quad mc^2 = \sqrt{E^2 - p^2 c^2} \quad \text{Massa invariante}$$

La J/ψ decade immediatamente in 2 muoni con carica opposta

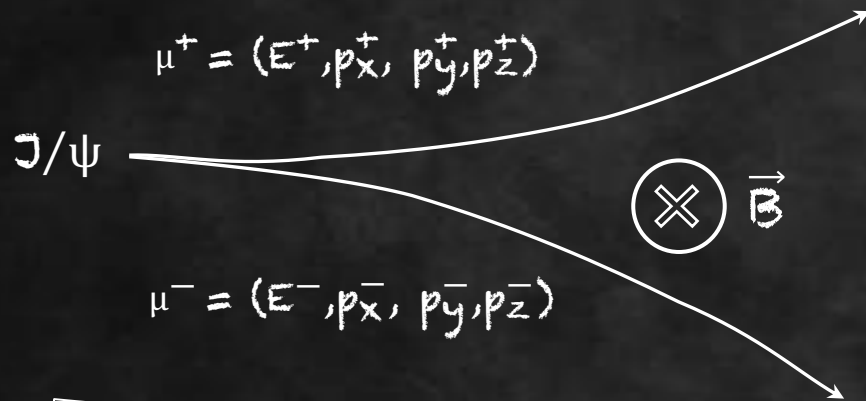
Se il mio esperimento "vede" solo muoni!! Come posso ricostruire la J/ψ ??



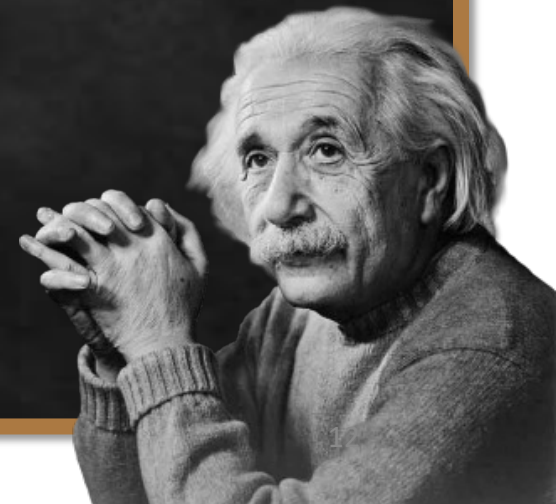
Giusto un po' di calcoli...

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2} \quad \Rightarrow \quad mc^2 = \sqrt{E^2 - p^2 c^2} \quad \text{Massa invariante}$$

La J/ψ decade immediatamente in 2 muoni con carica opposta
Se il mio esperimento "vede" solo muoni!! Come posso ricostruire la J/ψ ??



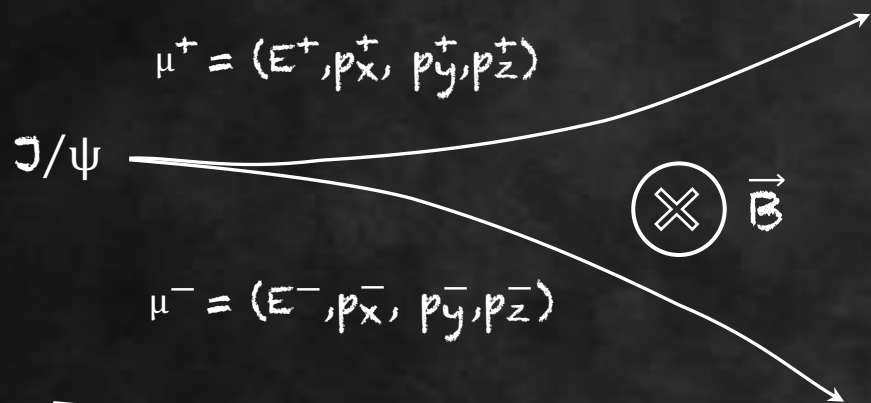
Forza di Lorentz



Giusto un po' di calcoli...

$$E = \sqrt{m^2 c^4 + p^2 c^2} \quad \Rightarrow \quad mc^2 = \sqrt{E^2 - p^2 c^2} \quad \text{Massa invariante}$$

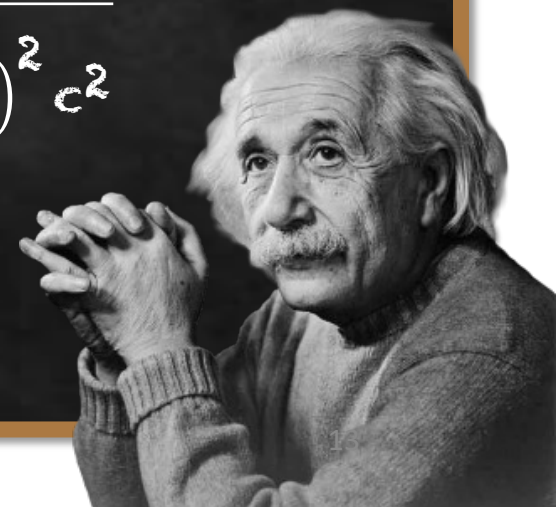
La J/ψ decade immediatamente in 2 muoni con carica opposta
Se il mio esperimento "vede" solo muoni!! Come posso ricostruire la J/ψ ??



Forza di Lorentz

Se misuro \vec{p} dei 2 muoni con il mio esperimento posso risalire alla massa della particella che li ha generati!

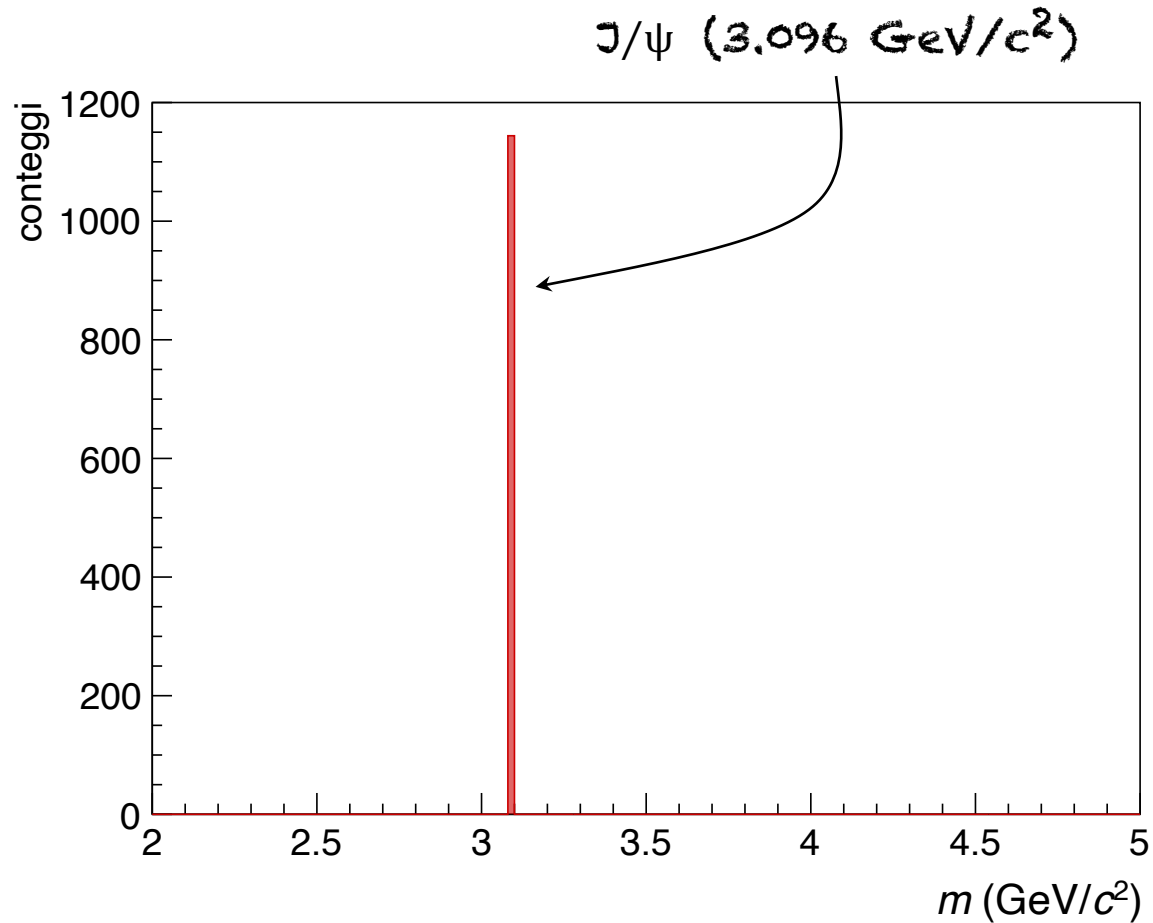
$$mc^2 |_{J/\psi} = \sqrt{(E^+ + E^-)^2 - (p^+ + p^-)^2 c^2}$$



Analisi dei dati

Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

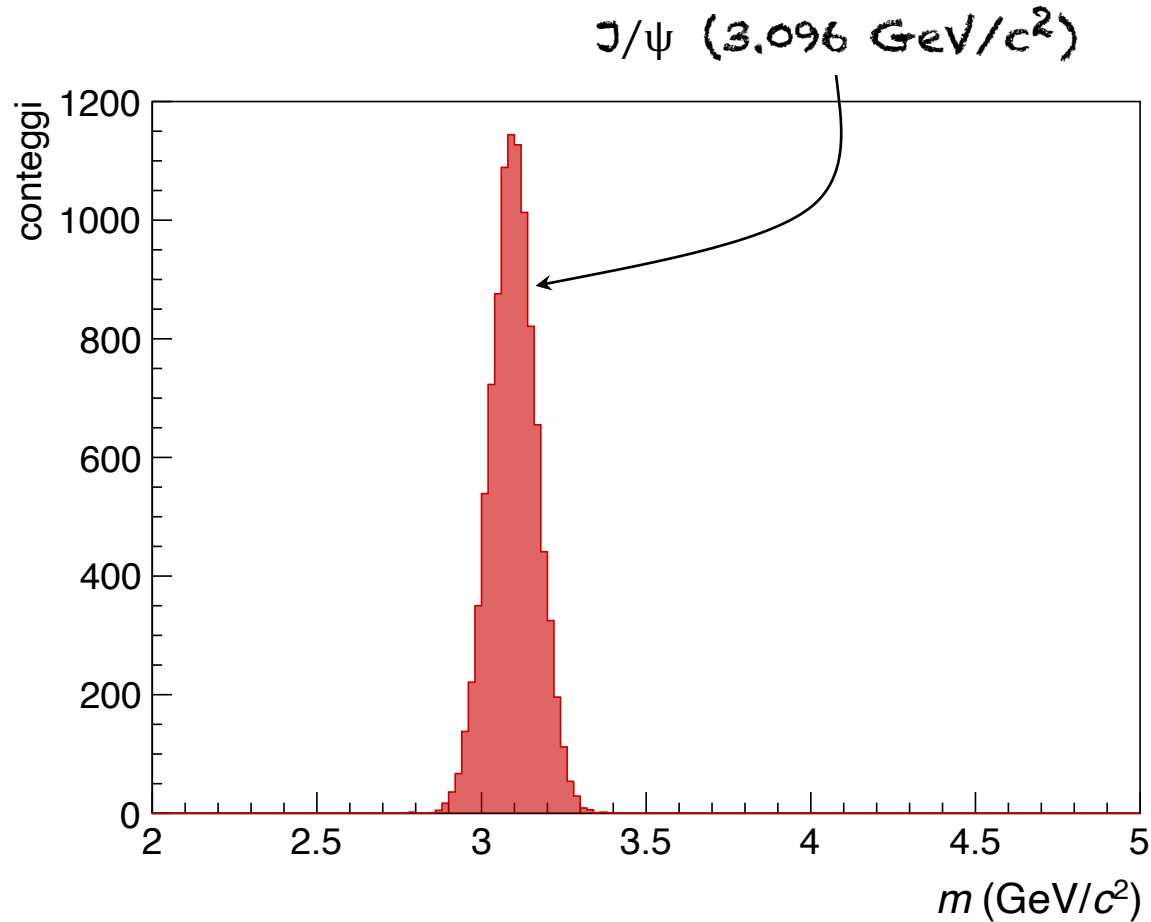
Analisi dei dati



Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

- Caso ideale: “spike” per $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$

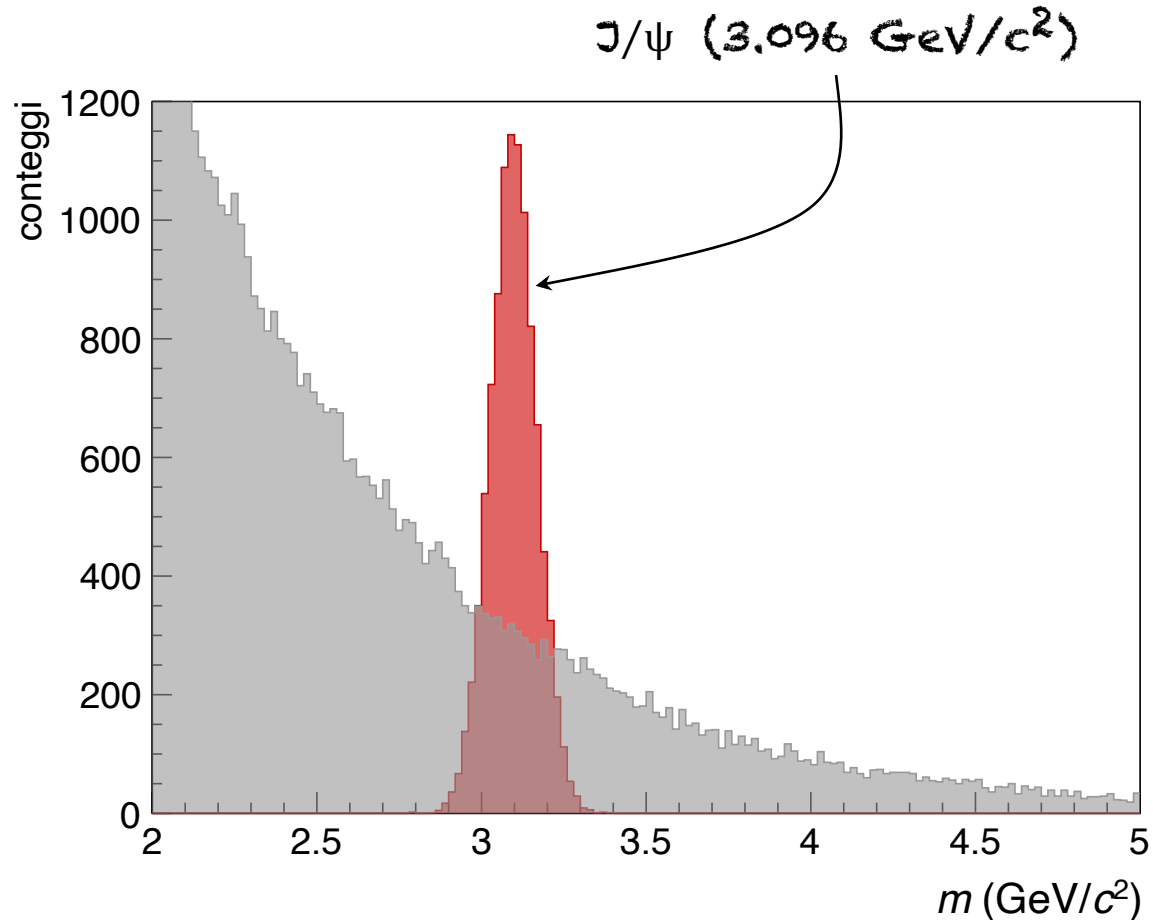
Analisi dei dati



Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

- Caso reale: campana intorno a $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$
 - Gli esperimenti non sono perfetti e possono commettere degli **errori** nel calcolare \vec{p}
 - La massa si disperde intorno al **valore vero**

Analisi dei dati

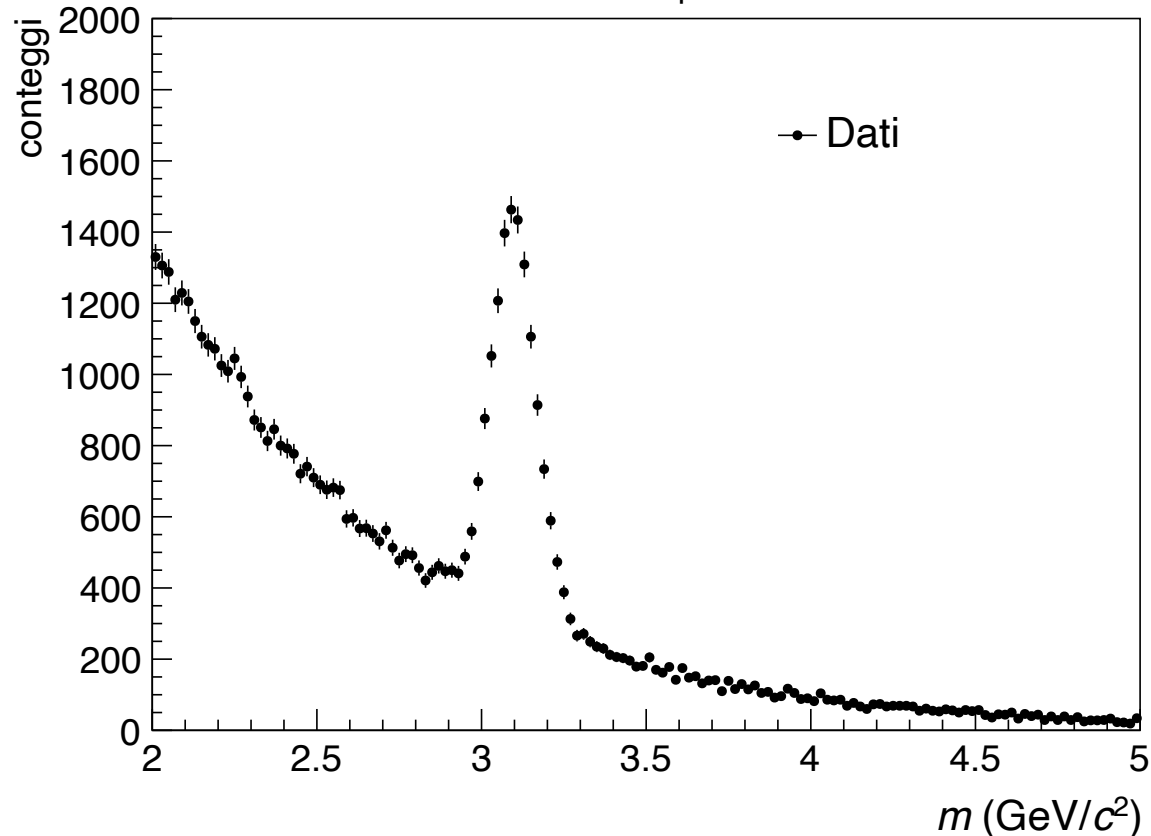


Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

- **Caso reale:** campana intorno a $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$
 - Gli esperimenti non sono perfetti e possono commettere degli **errori** nel calcolare \vec{p}
 - La massa si disperde intorno al **valore vero**
- Oltre alle J/ψ possono esserci anche **altre sorgenti** di $\mu^+\mu^-$ che formano un fondo (**background**)

Analisi dei dati

Nei dati reali vediamo questo...

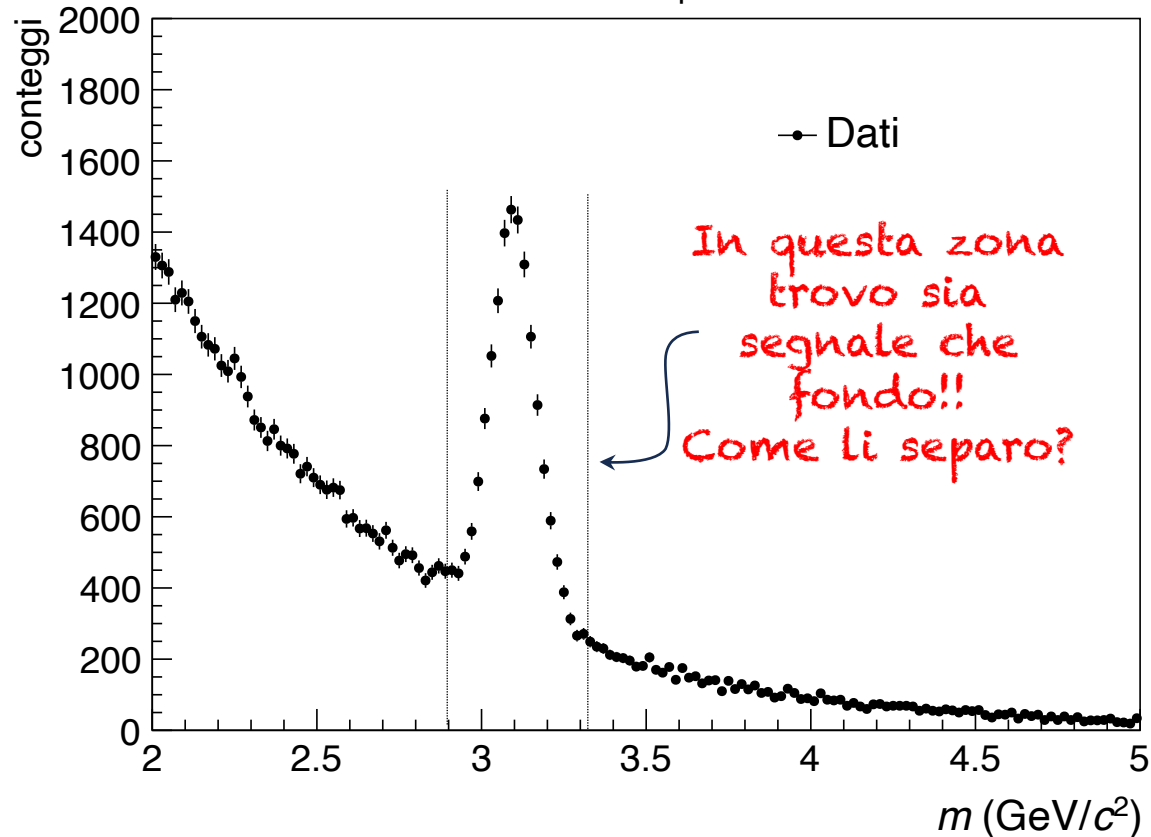


Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

- **Caso reale:** campana intorno a $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$
 - Gli esperimenti non sono perfetti e possono commettere degli **errori** nel calcolare \vec{p}
 - La massa si disperde intorno al **valore vero**
- Oltre alle J/ψ possono esserci anche **altre sorgenti** di $\mu^+\mu^-$ che formano un fondo (**background**)

Analisi dei dati

Nei dati reali vediamo questo...

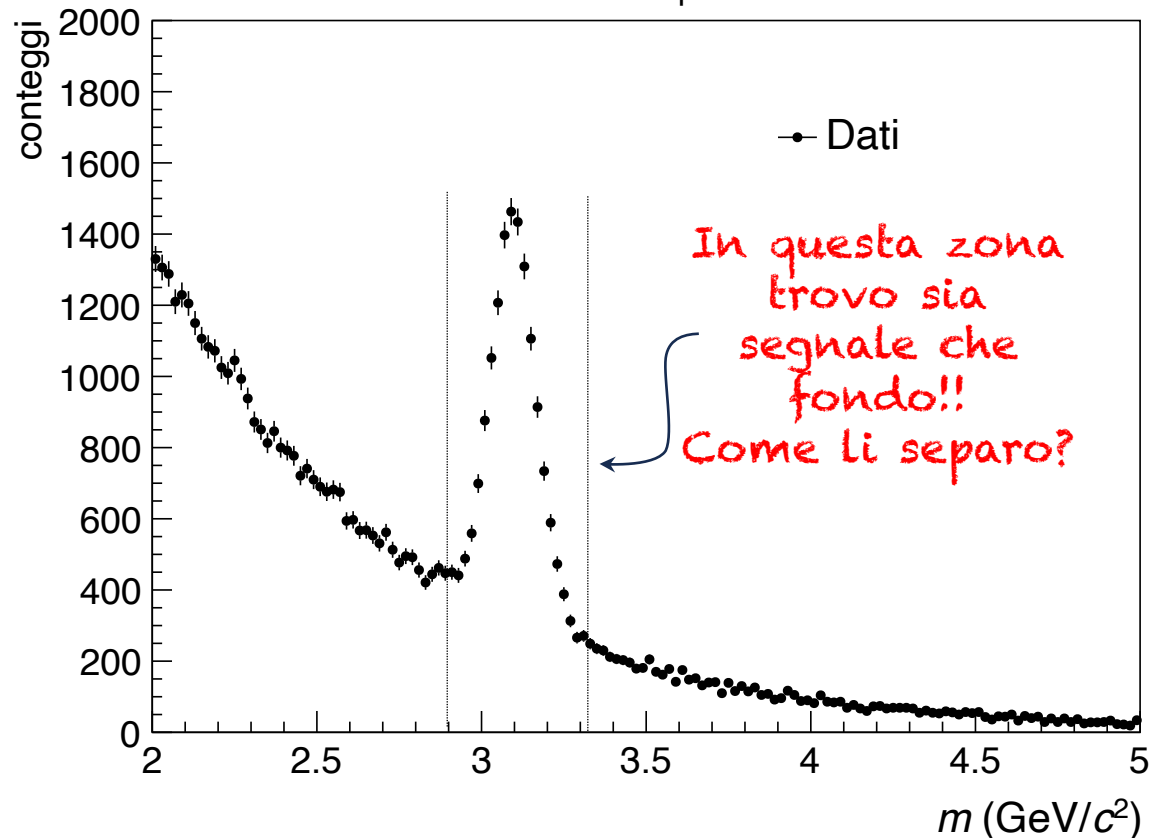


Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

- Caso reale: campana intorno a $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$
 - Gli esperimenti non sono perfetti e possono commettere degli **errori** nel calcolare \vec{p}
 - La massa si disperde intorno al **valore vero**
- Oltre alle J/ψ possono esserci anche **altre sorgenti** di $\mu^+\mu^-$ che formano un fondo (**background**)

Analisi dei dati

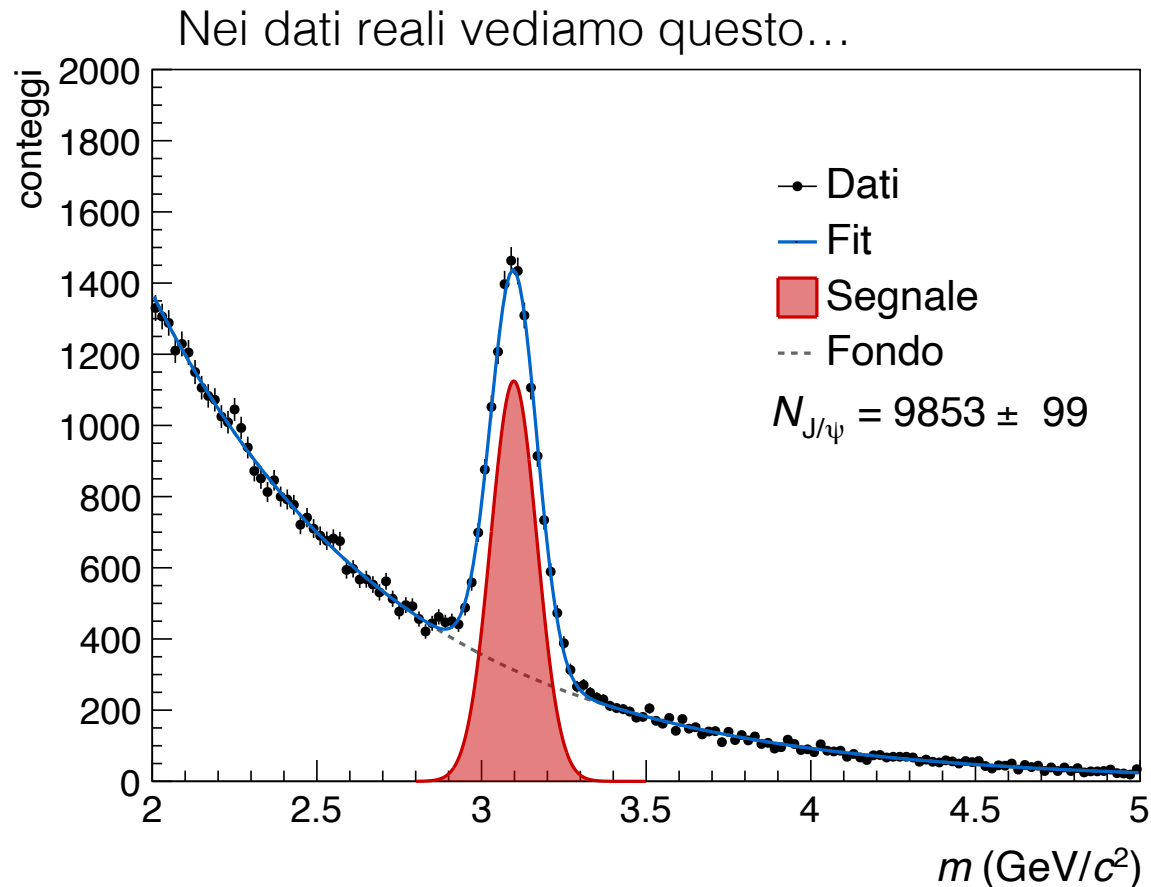
Nei dati reali vediamo questo...



Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

- **Caso reale:** campana intorno a $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$
 - Gli esperimenti non sono perfetti e possono commettere degli **errori** nel calcolare \vec{p}
 - La massa si disperde intorno al **valore vero**
- Oltre alle J/ψ possono esserci anche **altre sorgenti** di $\mu^+\mu^-$ che formano un fondo (**background**)
- **Soluzione:** fai un fit!
 - **Metodo statistico** che permette di trovare la combinazione di funzioni che descrive **meglio** miei dati

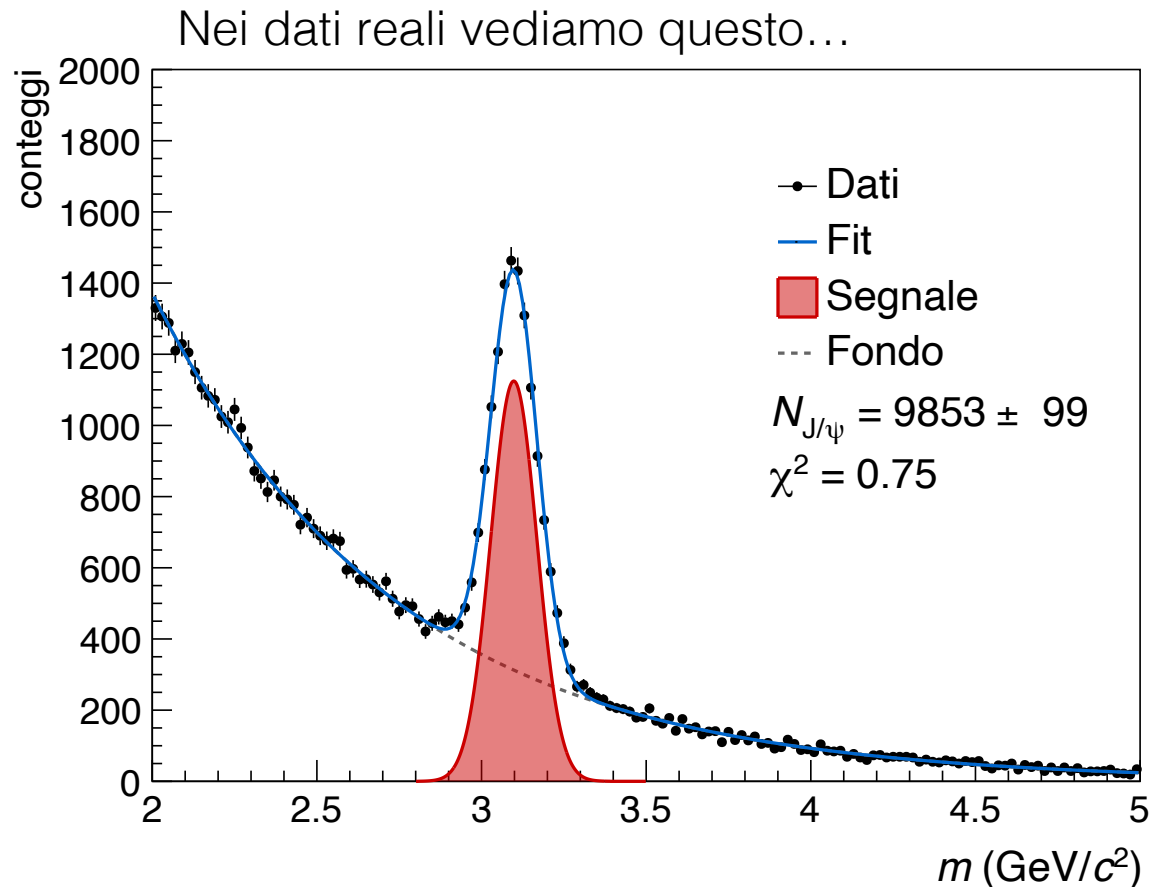
Analisi dei dati



Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

- **Caso reale:** campana intorno a $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$
 - Gli esperimenti non sono perfetti e possono commettere degli **errori** nel calcolare \vec{p}
 - La massa si disperde intorno al **valore vero**
- Oltre alle J/ψ possono esserci anche **altre sorgenti** di $\mu^+ \mu^-$ che formano un fondo (**background**)
- **Soluzione:** fai un fit!
 - **Metodo statistico** che permette di trovare la combinazione di funzioni che descrive **meglio** miei dati
 - **L'area sotto la curva rossa** corrisponde al numero di J/ψ che ci sono nei miei dati!

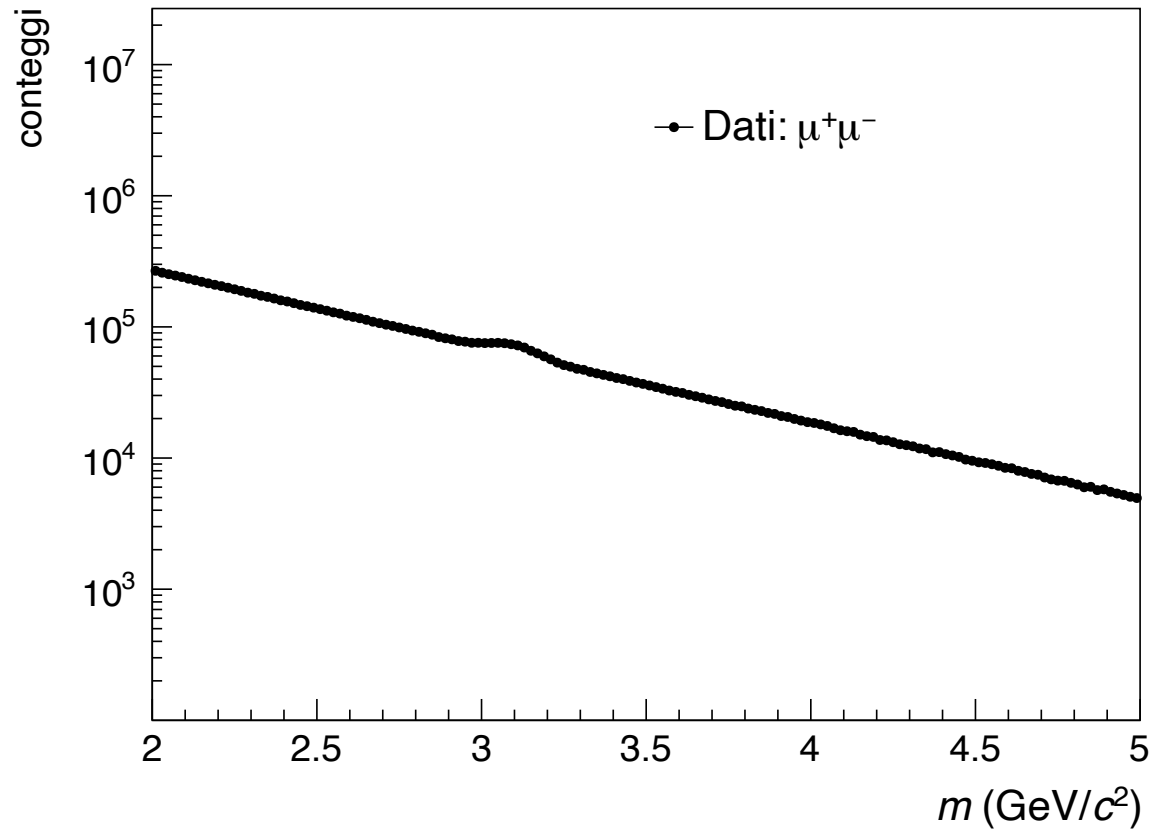
Analisi dei dati



Tutto bello, ma come contiamo le J/ψ ??

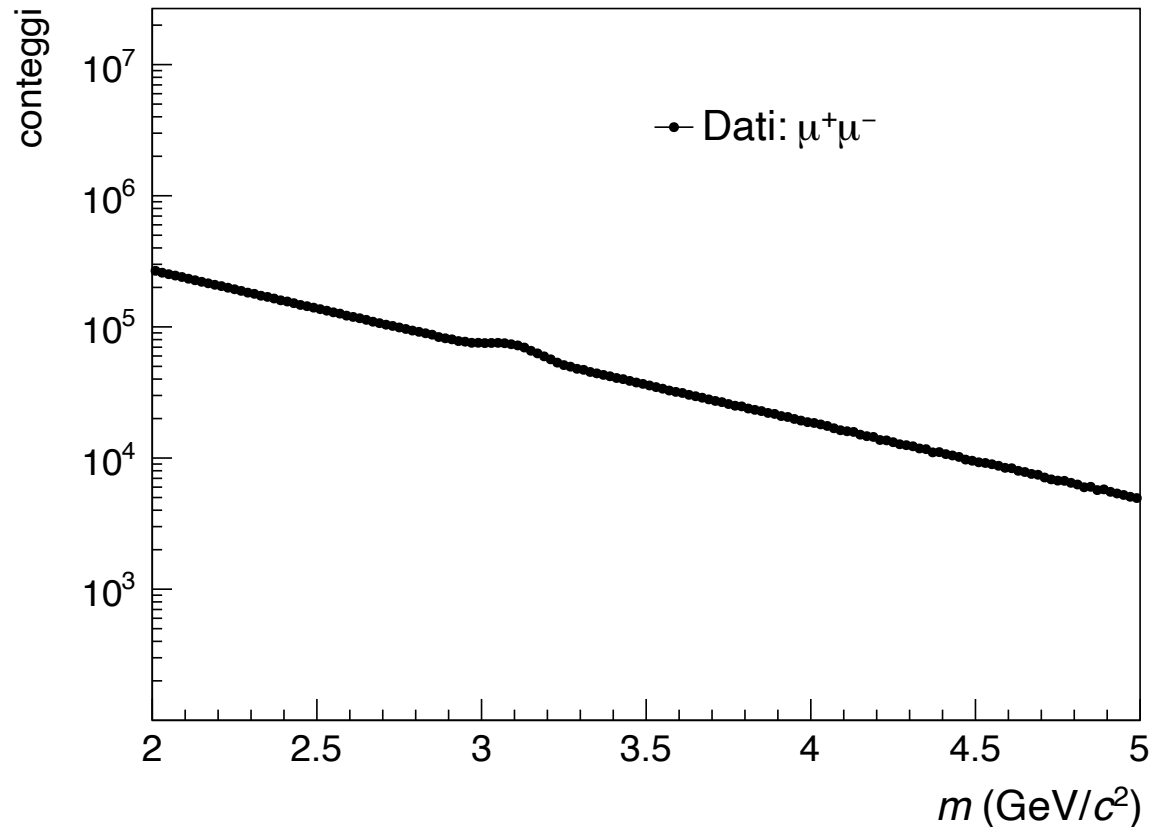
- **Caso reale:** campana intorno a $m = 3.096 \text{ GeV}/c^2$
 - Gli esperimenti non sono perfetti e possono commettere degli **errori** nel calcolare \vec{p}
 - La massa si disperde intorno al **valore vero**
- Oltre alle J/ψ possono esserci anche **altre sorgenti** di $\mu^+\mu^-$ che formano un fondo (**background**)
- **Soluzione:** fai un fit!
 - **Metodo statistico** che permette di trovare la combinazione di funzioni che descrive **meglio** miei dati
 - **L'area sotto la curva rossa** corrisponde al numero di J/ψ che ci sono nei miei dati!
 - **La qualita'** di un fit si misura con il χ^2
 - Se $\chi^2 \sim 1$ il fit descrive bene i dati!

Analisi dei dati



Facile trovare il segnale quando si vede già bene! Cosa faccio se si vede poco il picco?

Analisi dei dati

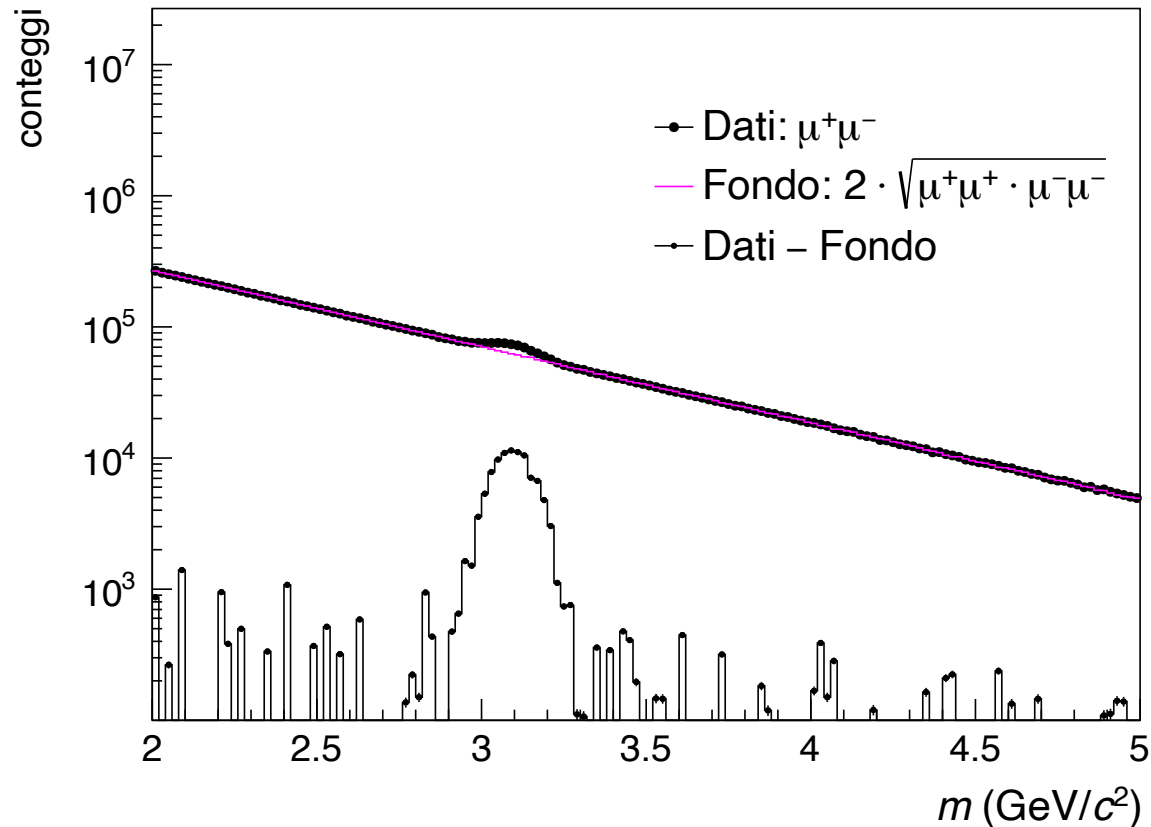


Facile trovare il segnale quando si vede già' bene! Cosa faccio se si vede poco il picco?

- Soluzione: rimuovo il fondo!
 - Il mio segnale e' costruito con $\mu^+\mu^-$
 - Posso costruire un fondo a partire dalle coppie $\mu^+\mu^+$ e $\mu^-\mu^-$ e sottrarlo

$$\text{Fondo} = 2 \cdot \sqrt{\mu^+\mu^+ \cdot \mu^-\mu^-}$$

Analisi dei dati

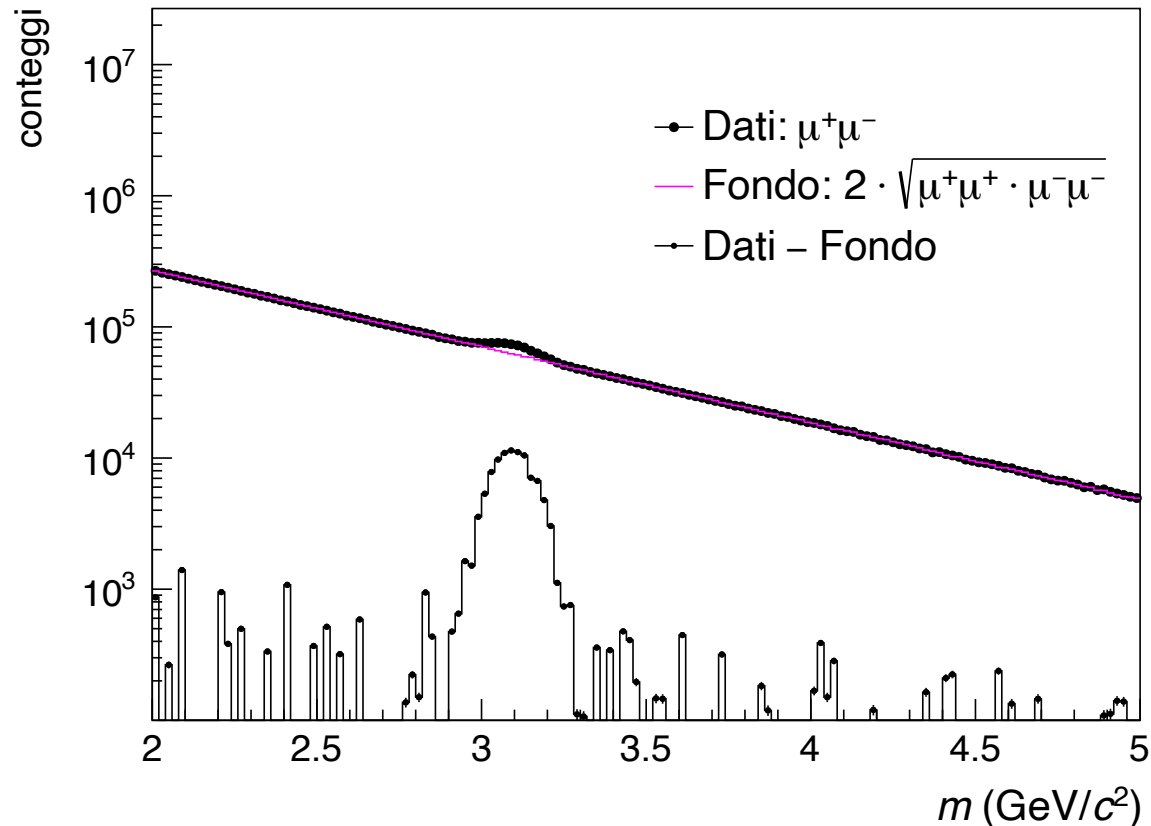


Facile trovare il segnale quando si vede già bene! Cosa faccio se si vede poco il picco?

- Soluzione: rimuovo il fondo!
 - Il mio segnale è costruito con $\mu^+\mu^-$
 - Posso costruire un fondo a partire dalle coppie $\mu^+\mu^+$ e $\mu^-\mu^-$ e sottrarlo

$$\text{Fondo} = 2 \cdot \sqrt{\mu^+\mu^+ \cdot \mu^-\mu^-}$$

Analisi dei dati



Facile trovare il segnale quando si vede già bene! Cosa faccio se si vede poco il picco?

- Soluzione: rimuovo il fondo!
 - Il mio segnale è costruito con $\mu^+\mu^-$
 - Posso costruire un fondo a partire dalle coppie $\mu^+\mu^+$ e $\mu^-\mu^-$ e sottrarlo

$$\text{Fondo} = 2 \cdot \sqrt{\mu^+\mu^+ \cdot \mu^-\mu^-}$$

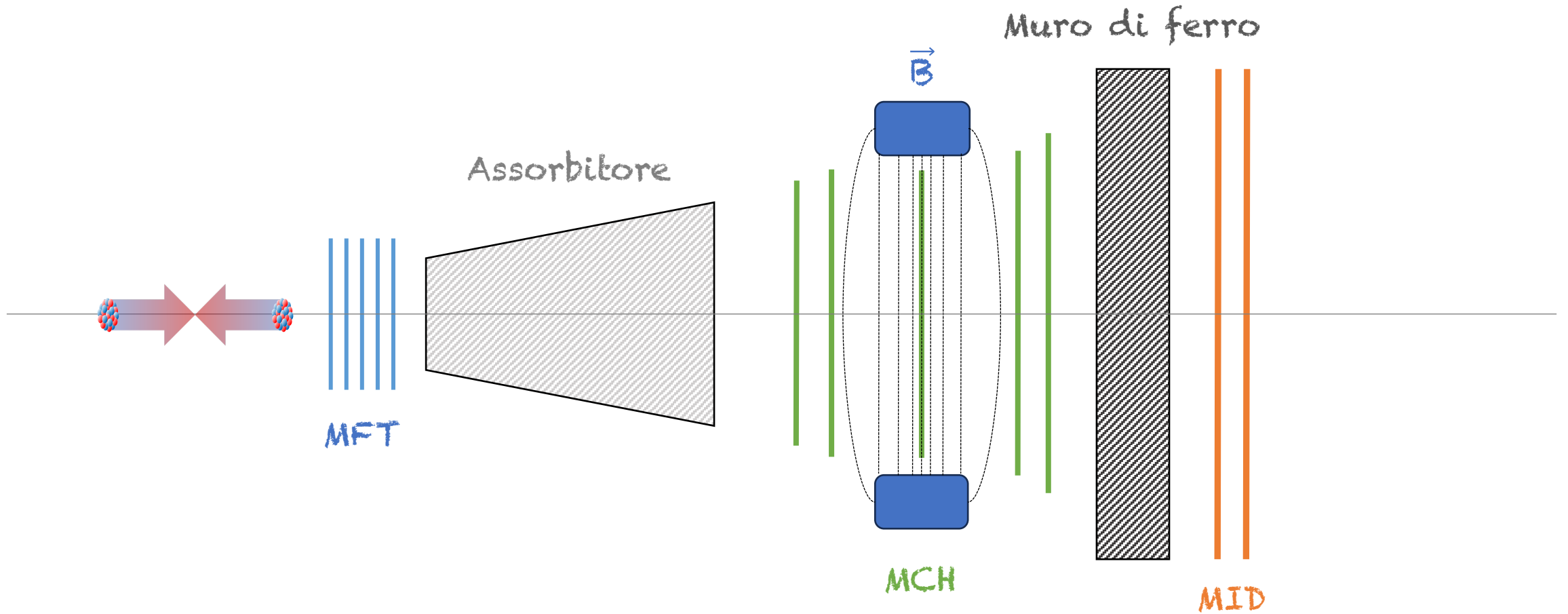
Pero' come capisco se il picco che vedo è davvero dovuto al segnale che sto cercando?

- Soluzione: calcola la significatività (σ)!

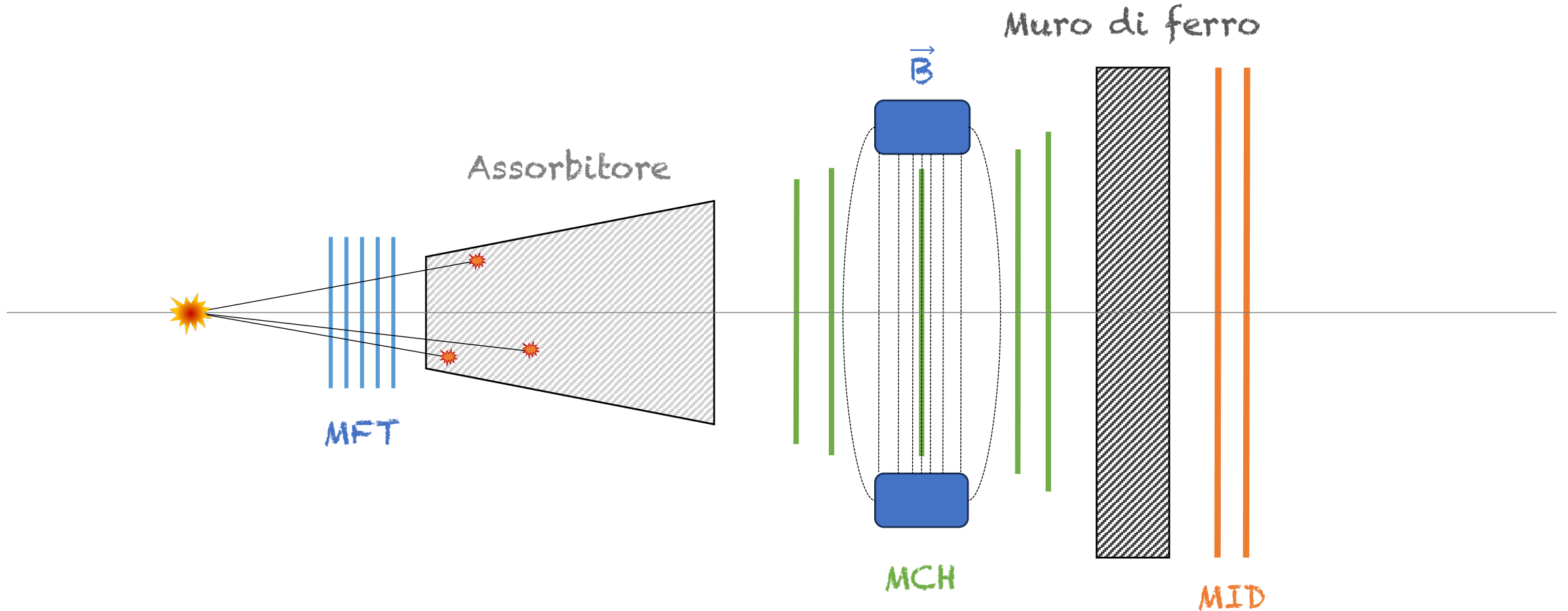
$$\sigma = N_S / \sqrt{N_S + N_F}$$

- Se $\sigma > 3$ il segnale è significativo!

Setup dell'esperimento

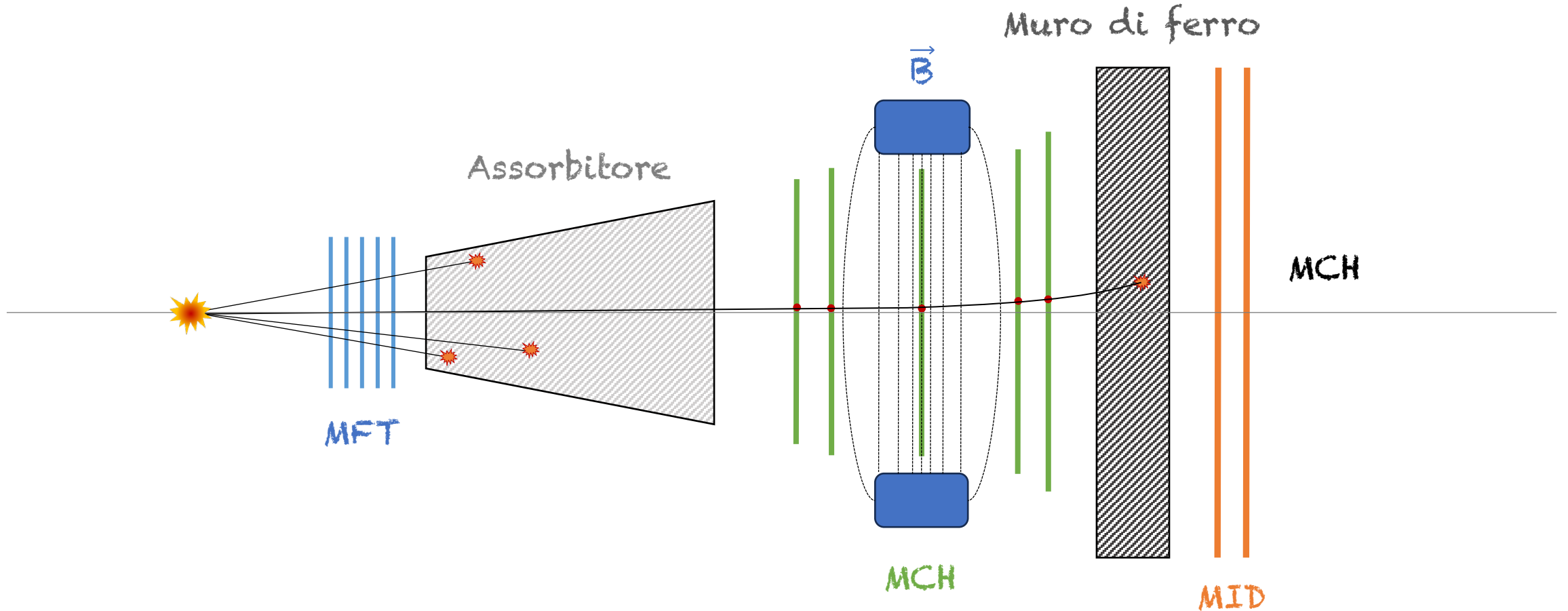


Setup dell'esperimento



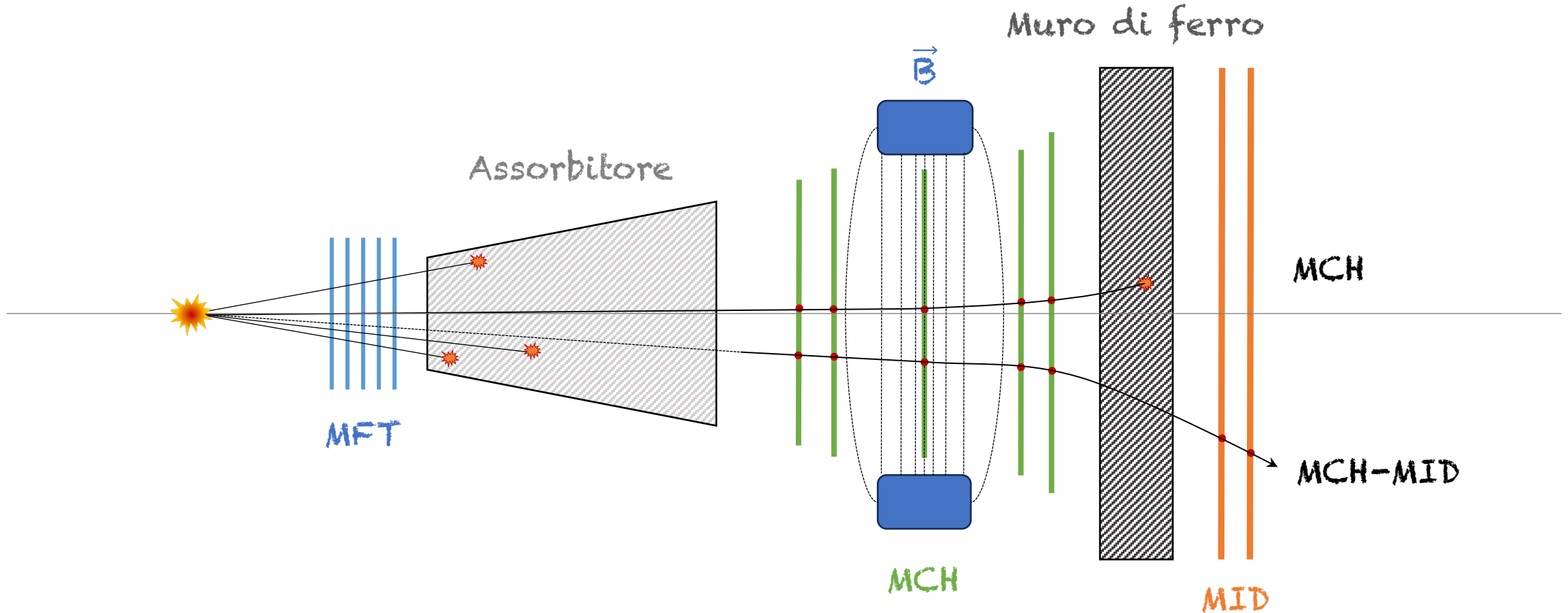
- Il sistema composto da **Assorbitore** e **Muro di ferro** serve per eliminare tutte le particelle che non sono muoni

Setup dell'esperimento



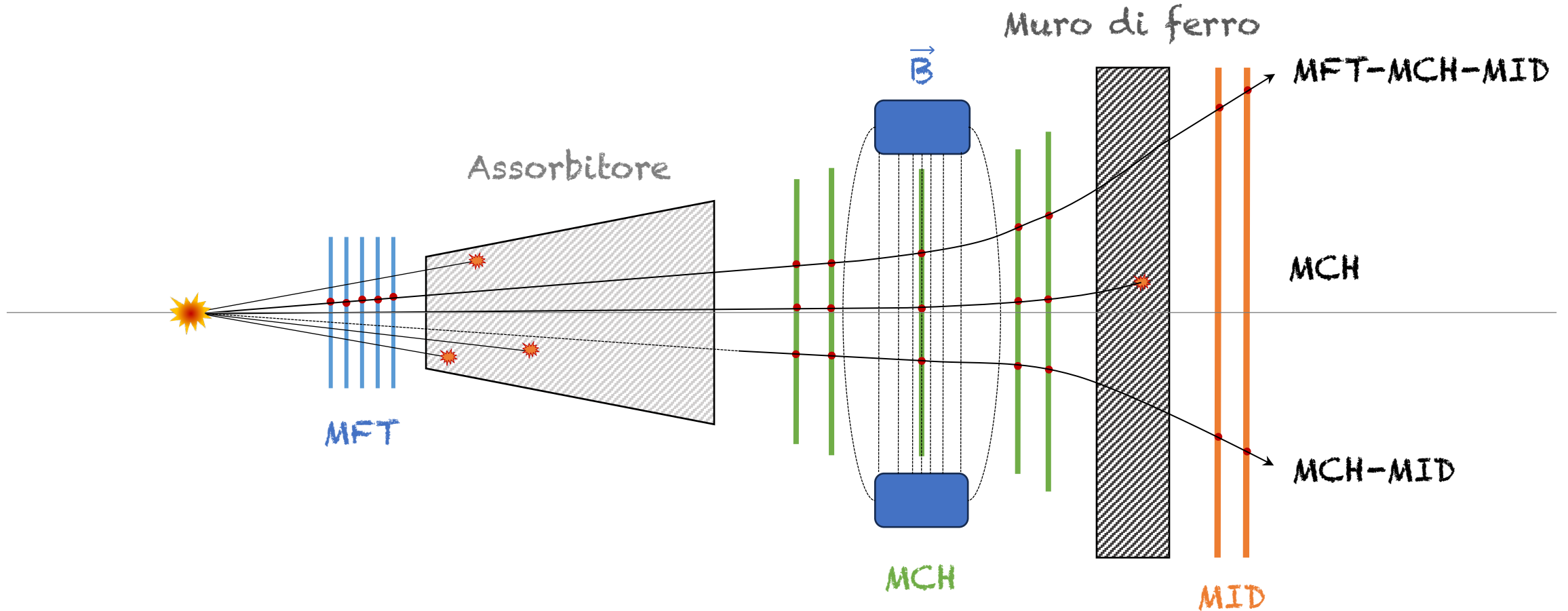
- Il sistema composto da **Assorbitore** e **Muro di ferro** serve per eliminare tutte le particelle che non sono muoni

Setup dell'esperimento



- Il sistema composto da **Assorbitore** e **Muro di ferro** serve per eliminare tutte le particelle che non sono muoni

Setup dell'esperimento



- Il sistema composto da **Assorbitore** e **Muro di ferro** serve per eliminare tutte le particelle che non sono muoni

Masterclass

Dopo questa lunga serie di informazioni siete pronti per la masterclass!

Obiettivo: estrarre il numero di J/ψ dai dati disponibili

- Quali selezioni devo applicare?
- Riesco a vedere altri segnali oltre la J/ψ ?
- Sono capace di fare un fit per estrarre il segnale?
- Ho modo di migliorare la significativita' della mia misura?

Tutti dovranno inserire i propri risultati in questo Form

ALICE masterclass 2026

Chi otterra' il risultato Migliore??

Masterclass: interfaccia

Data selection

	Min	Max
pT mu	0	100
eta mu	2.5	4
pT dimu	0	100

Charge dimu

Track type:

Data rebin

Variable:

Data analysis

No histogram added

Fit data

	Min	Max
Fit Range	2	5
Signal mean	2.95	3.3
Signal width	0	0.1

Data selection

Data analysis

Fit data

Analysis results

$N_{J/\psi} = 0$
 $N_{\psi(2S)} = 0$
 $\sigma_{J/\psi} = 0$
 $\sigma_{\psi(2S)} = 0$
 $\psi(2S) / J/\psi = 0$

Masterclass : interfaccia

Data selection

	Min	Max
pT mu	0	100
eta mu	2.5	4
pT dimu	0	100

Charge dimu

Track type:

Data rebin

Variable:

Data analysis

No histogram added

Fit data

	Min	Max
Fit Range	2	5
Signal mean	2.95	3.3
Signal width	0	0.1

Data selection

Fit data

Data analysis

Data selection

Posso applicare delle selezioni su diverse quantita'

- pT mu: impulso trasverso del muone
- Eta mu: pseudorapidita' del muone
- pT dimu: impulso trasverso del dimuone
- Charge dimu: carica del dimuone (-2, 0, 2)
- Track type: MCH, MCH-MID, MFT-MCH-MID

\vec{p}

p_T

p_L

$\eta = 0$

$\theta = 90^\circ$

$\eta = 0.55$

$\theta = 60^\circ$

$\eta = 0.88$

$\theta = 45^\circ$

$\eta = 1.32$

$\theta = 30^\circ$

$\eta = 2.43$

$\theta = 10^\circ$

$\theta = 0^\circ$

$\eta = +\infty$

z

Masterclass : interfaccia

Data selection

	Min	Max
pT mu	0	100
eta mu	2.5	4
pT dimu	0	100

Charge dimu

Track type:

Data rebin

Variable:

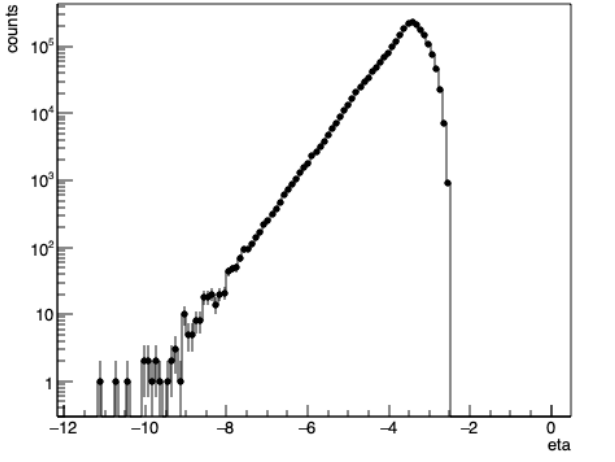
Data analysis

No histogram added

Fit data

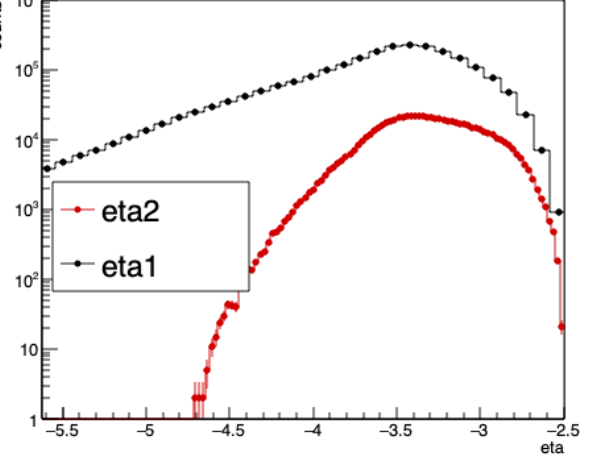
	Min	Max
Fit Range	2	5
Signal mean	2.95	3.3
Signal width	0	0.1

Data selection



A histogram showing the distribution of eta. The x-axis is labeled 'eta' and ranges from -12 to 0. The y-axis is labeled 'counts' and is on a logarithmic scale from 1 to 10^5. The data points form a peak centered around eta = -3.5.

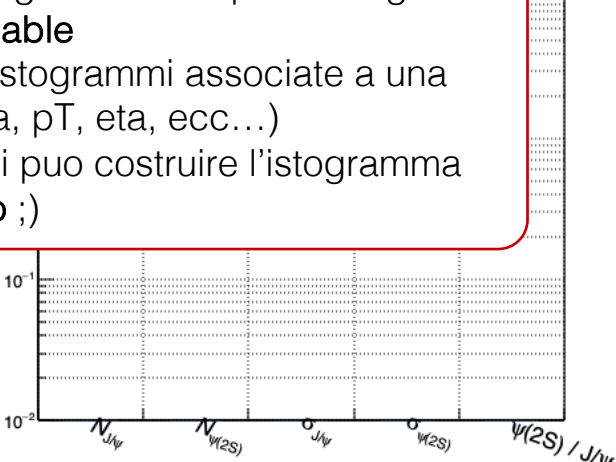
Data analysis



A histogram showing the distribution of eta with two series. The x-axis is labeled 'eta' and ranges from -5.5 to -2.5. The y-axis is labeled 'counts' and is on a logarithmic scale from 1 to 10^5. The first series, 'eta1', is shown as black dots connected by a line, peaking at eta ≈ -3.5. The second series, 'eta2', is shown as red dots connected by a line, peaking at eta ≈ -3.5. A legend in the bottom left identifies the series.

Data analysis

- **Add:** aggiunge un istogramma tra quelli disegnati con **Plot selected variable**
- **Plot:** disegna tutti gli istogrammi associate a una certa variabile (massa, pT, eta, ecc...)
- Con la giusta scelta si puo costruire l'istogramma per **rimuovere il fondo** ;)



A plot showing the ratio of the number of J/psi and psi(2S) particles to the total number of J/psi and psi(2S) particles. The x-axis is labeled $N_{J/\psi}$, $N_{\psi(2S)}$, J/ψ , $\psi(2S)$, and $\psi(2S) / J/\psi$. The y-axis is on a logarithmic scale from 10^-2 to 10^-1.

Masterclass : interfaccia

Data selection

	Min	Max
pT mu	0	100
eta mu	2.5	4
pT dimu	0	100

Charge dimu: 0

Track type: MFT-MCH-MID

Data rebin: 1

Variable: eta

Plot selected variable

Data analysis

Add

No histogram added

Plot

Build background Clear all histograms

Fit data

Plot

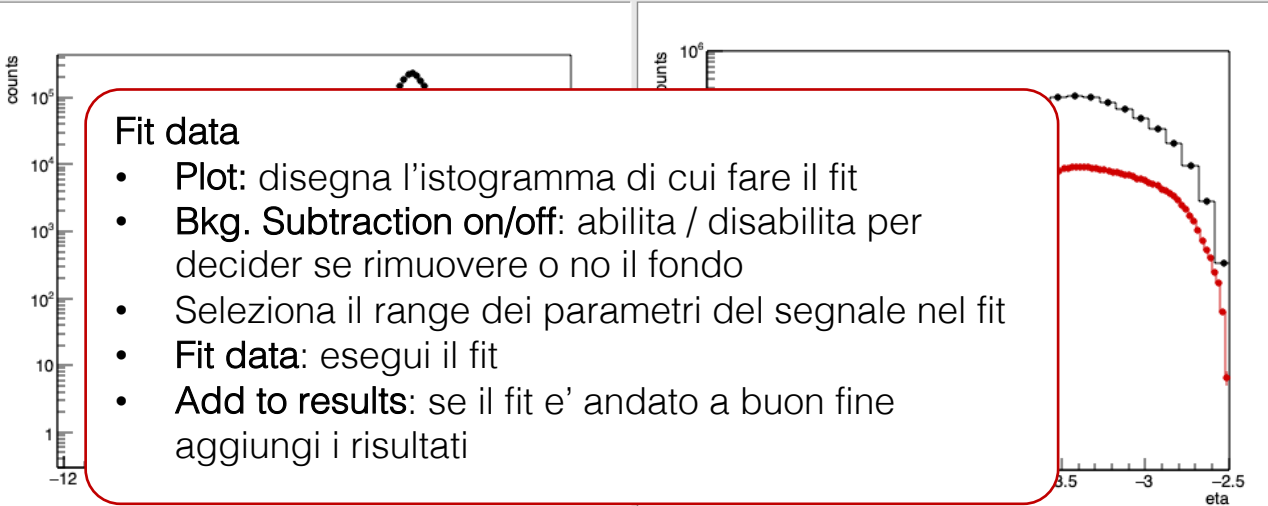
Bkg. subtraction on Bkg. subtraction off

	Min	Max
Fit Range	2	5
Signal mean	2.95	3.3
Signal width	0	0.1

Fit data Add to results

Close

Data selection Data analysis



counts

counts

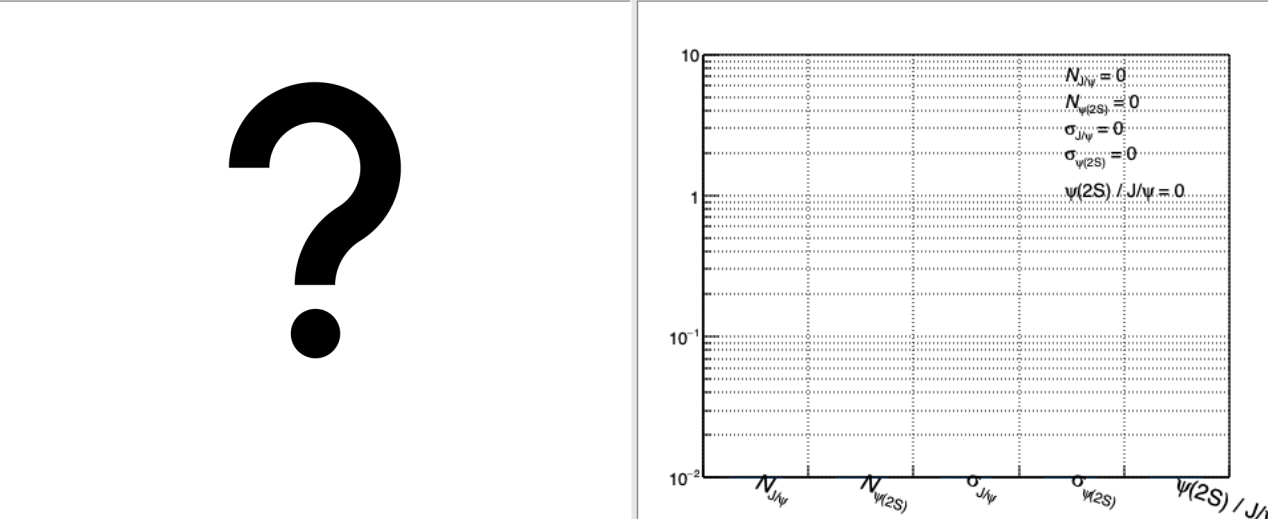
eta

eta

Fit data

- **Plot:** disegna l'istogramma di cui fare il fit
- **Bkg. Subtraction on/off:** abilita / disabilita per decider se rimuovere o no il fondo
- Seleziona il range dei parametri del segnale nel fit
- **Fit data:** esegui il fit
- **Add to results:** se il fit e' andato a buon fine aggiungi i risultati

Fit data Analysis results



$N_{J/\psi} = 0$

$N_{\psi(2S)} = 0$

$\sigma_{J/\psi} = 0$

$\sigma_{\psi(2S)} = 0$

$\psi(2S) / J/\psi = 0$

Masterclass : interfaccia

The image shows a software interface for data analysis, divided into several panels:

- Data selection:** A control panel with a table for Min/Max values and various input fields.

	Min	Max
pT mu	0	100
eta mu	2.5	4
pT dimu	0	100
Charge dimu	0	
Track type:	MFT-MCH-MID	
Data rebin	1	
Variable:	eta	

Buttons: Plot selected variable
- Data analysis:** A panel with an 'Add' button, a 'No histogram added' message, a 'Plot' dropdown, and 'Build background' and 'Clear all histograms' buttons.
- Fit data:** A panel with a 'Plot' dropdown, a table for fit parameters, and 'Fit data', 'Add to results', and 'Close' buttons.

	Max
Fit Range	5
Signal width	3.3
Signal width	0.1
- Data selection plot:** A histogram showing counts on a logarithmic scale (1 to 10⁵) versus eta (-12 to 0).
- Data analysis plot:** A histogram showing counts on a logarithmic scale (1 to 10⁵) versus eta (-5.5 to -2.5).
- Analysis results plot:** A plot showing fit parameters on a logarithmic scale (10⁻² to 10) versus parameters: $N_{J/\psi}$, $N_{\psi(2S)}$, $\sigma_{J/\psi}$, $\sigma_{\psi(2S)}$, and $\psi(2S) / J/\psi$. The parameters are listed as $N_{J/\psi} = 0$, $N_{\psi(2S)} = 0$, $\sigma_{J/\psi} = 0$, $\sigma_{\psi(2S)} = 0$, and $\psi(2S) / J/\psi = 0$.

A large blue stamp reading "BUON divertimento!!!!" is overlaid diagonally across the interface. A large black question mark is centered in the lower half of the image.